ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MARS 1913.

PRÉSIDENCE DE M. F. GUYON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les publications de certains travaux de l'Observatoire de Paris.* Note de M. B. Baillaud.

Le Volume des *Observations de* 1906 que j'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie est composé comme ceux des années précédentes. Il contient la suite des observations, au grand cercle méridien et aux instruments de Gambey, des étoiles de repère destinées à la réduction des clichés du Catalogue photographique exécutés à Paris; deux observations d'une comète faites à l'équatorial de la tour de l'Est; la suite des observations de nébuleuses faites à l'équatorial de la tour de l'Ouest par notre confrère M. Bigourdan. En outre, on a inséré dans ce Volume un recueil de Tables destinées à faciliter la réduction des observations méridiennes. Ce recueil a été préparé par M. Boquet. Les Tables de réfraction sont tirées de celles de Radau, un peu modifiées par l'adoption de la constante de la réfraction 60″,153 donnée par Bauschinger d'après huit déterminations modernes. A la suite de ces Tables et avec une pagination différente, on a reproduit le recueil de Tables usuelles qui a été en usage pendant une trentaine d'années à l'Observatoire, mais qui n'avait jamais été inséré au complet dans les *Annales*.

La publication du Volume d'*Observations de* 1906 marquera un arrêt dans l'impression des Volumes du même type. Il y a encore trois Volumes arriérés, 1894, 1895, 1896. De plus, les observations des étoiles de repère ont été poursuivies jusqu'en 1912, et il semble que la symétrie exige que

les trois Volumes arriérés et les six Volumes, 1907 à 1912, soient imprimés suivant le même plan. Après quoi, un changement important s'imposera par suite des modifications survenues dans l'orientation des travaux de l'Observatoire, modifications qui imposent une publication aussi rapide que possible, en forme définitive, des résultats obtenus.

Mais la même nécessité se présente pour les travaux antérieurs. L'achèvement et la publication du Catalogue des étoiles de Lalande et du Catalogue des étoiles de repère doivent être terminés dans le plus bref délai possible. Un très grand effort est fait dans ce sens, et nous espérons que ces deux Catalogues, et aussi bien le Catalogue photographique de la zone de Paris, seront terminés dans six années. C'est ensuite que l'on pourra s'occuper de publier à titre documentaire les neuf Volumes d'observations arriérés. Ce ne sera plus qu'une question de typographie. On peut regretter ce retard; mais si la libéralité de l'État nous permet de terminer rapidement les deux Catalogues méridiens, il nous est impossible de faire plus et, en vérité, l'ajournement de l'impression des observations isolées que nous pourrons, plus tard, faire sur nos ressources ordinaires, n'a pas de très grands inconvénients. Je saisis cette occasion de remercier le Conseil de l'Observatoire, les Administrateurs et les Ministres auxquels nous devons les ressources qui nous permettront de terminer promptement les trois Catalogues entrepris depuis si longtemps.

J'ai aussi l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de la détermination faite, dans le courant de 1912, de la différence de longitude entre l'Observatoire de Paris et l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle-Bruxelles. Cette opération a été entreprise sur l'initiative de M. Lecointe, directeur scientifique de ce dernier observatoire, qui a proposé d'employer à la fois la télégraphie sans fil et la télégraphie ordinaire. M. Renan, chef du service des longitudes à l'Observatoire de Paris, a fait modifier en conséquence et simplifié les Tables chronographiques de Lœwy. Les observateurs ont été M. Delporte, astronome adjoint à l'Observatoire d'Uccle, et M. Viennet, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris. L'écart entre les résultats obtenus par les deux méthodes a été de $0^s,011$; l'erreur moyenne des résultats définitifs a été $0^s,006$ par télégraphie sans fil, $0^s,007$ par télégraphie ordinaire. La moyenne des deux résultats donne $8^m5^s,12$ pour la différence de longitude entre la méridienne de Cassini, à Paris, et le centre du cercle méridien de Repsold à Uccle.

Dans une Note rédigée par M. Renan et que je dépose sur le Bureau de l'Académie, sont donnés quelques détails sur l'opération. Je tiens à remer-

cier ici tout d'abord M. Lecointe pour le concours si précieux qu'il nous a prêté avec tant de complaisance; pour les facilités de toutes sortes qu'il a données aux deux observateurs. J'adresse aussi une fois de plus nos remercîments à M. le commandant Ferrié et au Service radiotélégraphique de la tour Eiffel qui ont assuré l'envoi des signaux de la façon la plus parfaite. Le Mémoire qui contiendra tous les détails de l'opération est rédigé par MM. Renan, Delporte et Viennet; ce Mémoire, qui est à peu près terminé, sera publié à très bref délai par l'Observatoire royal de Belgique dans ses *Annales*. Nous exprimons notre reconnaissance à M. Lecointe pour cette libérale hospitalité.

MINÉRALOGIE. — *La constitution minéralogique de l'archipel de Los (Guinée)*. Note de M. **A. Lacroix**.

Au cours des années précédentes, j'ai étudié et décrit de nombreuses roches intéressantes de Guinée qui m'ont été communiquées par plusieurs administrateurs, explorateurs ou officiers. Il restait à déterminer sur le terrain les conditions de gisement et les relations mutuelles de ces roches, dont quelques-unes sont extrêmement remarquables.

Grâce aux facilités qu'a bien voulu mettre à ma disposition M. W. Ponty, gouverneur général de l'Afrique occidentale, j'ai pu entreprendre ce travail; je profite des loisirs de la monotone descente du Niger pour signaler à l'Académie quelques résultats de mon exploration de l'archipel de Los, qui était l'un des principaux objets de mon voyage. J'y ai été accompagné par un de mes anciens élèves, M. Henry Hubert, administrateur des Colonies.

L'archipel de Los, situé vis-à-vis Conakry, est essentiellement constitué par deux îles, Kassa et Tamara, en forme de croissant, qui dessinent un cercle presque régulier, par suite de l'existence de plusieurs îlots, l'îlot du Cabri et l'île Blanche à l'extrémité méridionale de Kassa, l'île de Corail sur le prolongement sud de Tamara ; une île (Roume), de moindre importance que les deux principales, est encerclée par celles-ci.

La constitution de cet archipel présente le contraste le plus frappant qu'il soit possible d'imaginer avec celle du continent voisin. Tandis que dans ce dernier abondent des roches éruptives basiques de nature subalcaline (gabbros, diabases et quelques péridotites), associées à des schistes cristallins,

les îles de Los sont exclusivement constituées par des roches alcalines, presque toutes leucocrates (syénites néphéliniques, etc.).

J'ai montré antérieurement [1] que ces syénites peuvent être réparties en deux séries : l'une, légèrement calcique, est caractérisée par une amphibole noire, oscillant entre la barkévicite et la hastingsite; l'autre plus pauvre en chaux encore, renferme d'une façon constante de l'ægyrine; son amphibole est de l'arfvedsonite.

Je me suis proposé surtout de rechercher les relations géologiques existant entre ces deux séries ainsi que le mode de gisement de chacun de leurs types et aussi d'étudier le rôle de roches spéciales que j'ai attribuées, à cause de leur structure et de leur composition, soit à des faciès de variation des types principaux, soit à des filons distincts. Voici le résumé de mes observations sur ces diverses questions :

Si l'on met à part l'île Roume, dont il sera parlé plus loin, les roches dominantes dans l'archipel sont celles à amphibole noire : des syénites, dans lesquelles la néphéline est plus ou moins complètement remplacée par de la haüyne, constituent non pas des massifs distincts, mais des faciès de variation des types prédominants qui sont uniquement néphéliniques. Peut-être en est-il de même pour un petit affleurement de pulaskite, situé sur la côte nord de l'île de Corail et qui m'a paru former une traînée plutôt qu'un filon au milieu de la syénite à haüyne.

A cause de la brousse épaisse et de l'intensité de la latéritisation, nous n'avons pu toucher aucun contact entre la syénite normale et la microsyénite à haüyne (Robané), pas plus qu'avec la micromonzonite à haüyne de Kassa, mais la disposition de ces roches rend vraisemblable l'hypothèse de gros dykes traversant la syénite à grands éléments.

Des microsyénites, des aplites et des pegmatites néphéliniques abondent au milieu de la syénite à amphibole. Dans bien des cas, ces roches n'en sont certainement que des faciès de variation (taches ou traînées irrégulières), mais elles forment aussi des filons incontestables, sans que ces diverses modalités de gisement soient caractérisées par des différences structurelles systématiques. Au point de vue minéralogique, il y a lieu de signaler que les filons pegmatiques sont souvent plus riches en néphéline que la roche traversée. Les aplites et les pegmatites néphéliniques se coupent mutuellement ou sont associées d'une façon irrégulière dans un même filon.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 141, 1905, p. 984; t. 142, 1906, p. 681; t. 146, 1908, p. 213, et *Nouvelles Arch. Muséum*, t. III, 1911, p. 1-132, *Pl. I-X*.

A l'extrémité méridionale de Tamara seulement, aux pointes Topsail et Serand, se trouvent des roches basiques, riches en amphibole noire (camptonites, monchiquites, microshonkinites et à l'île de Corail, microgabbro essexitique). Elles ne forment que des filons minces (de quelques centimètres à un peu moins d'un mètre de puissance). Ils coupent les pegmatites ou sont traversés par celles-ci. La mise en place de toutes ces roches filoniennes doit donc être considérée comme sensiblement contemporaine. Dans la même région, se trouvent aussi et sous la même forme quelques tinguaïtes.

Partout où un contact net a pu être vu, les syénites à ægyrine apparaissent comme postérieures aux syénites à amphibole (Rofaré à Tamara, Est de Kassa, îlot du Corail). Les filons leucocrates, qui leur sont associés, permettent de constater une union encore plus intime que dans les roches à amphibole, entre les formes aplitiques et pegmatiques. A Rofaré, en particulier, des filons rubanés résultent de l'alternance plusieurs fois répétée de ces deux types.

A Kassa, nous avons rencontré des filons à disposition symétrique, différant de tout ce que j'ai vu jusqu'à présent. Quelques-uns d'entre eux sont essentiellement formés par une bordure extérieure très riche en aiguilles d'ægyrine de 7^{cm} à 8^{cm} de longueur, implantées perpendiculairement aux épontes, alors que la partie axiale consiste en une pegmatite leucocrate à grands éléments; cette zone centrale est peu développée ou prédominante et, dans ce dernier cas, la néphéline y est parfois accompagnée de cristaux de sodalite bleue de plusieurs centimètres de diamètre. Dans quelques autres filons, cet ordre est renversé, l'ægyrine est localisée dans la partie centrale, mais alors elle ne forme que de petits cristaux enchevêtrés.

L'île Roume est exclusivement constituée par un type spécial de syénite néphélinique (à structure foyaïtique), dont les éléments colorés sont la låvénite, l'astrophyllite, l'ægyrine et l'arfvedsonite, avec en outre, comme élément le plus récent, le fluorure de sodium, que j'ai décrit antérieurement sous le nom de villiaumite et qui n'est connu que là. J'ai recueilli de beaux échantillons de ce minéral dans des veinules à plus gros éléments traversant une syénite à grain fin et j'ai pu trouver la preuve que, selon mes prévisions, beaucoup de cavités miarolitiques de la syénite ont été originellement remplies par la villiaumite enlevée aux affleurements par dissolution.

Je me suis attaché à l'étude des faciès de variation si remarquables que présente la roche normale de Roume et à rechercher s'ils sont accompagnés

de véritables filons pegmatiques. Ces derniers existent bien, mais ils sont exceptionnels et de composition assez variée. Un petit nombre d'entre eux possèdent la structure grenue et sont très hétérogènes; parfois riches en gros cristaux d'eudialyte, d'astrophyllite, d'ægyrine, etc., plus souvent ils possèdent une structure foyaïtique et une composition minéralogique simples; les feldspaths (microperthite de microcline et d'albite) en grandes lames blanches, aplaties suivant g^1, sont implantés sur les épontes; le remplissage de leurs intervalles est formé par de la néphéline, de l'analcime, avec fort peu d'ægyrine, d'eudialyte, de fluorine, etc.

La manière d'être la plus générale des pegmatites est tout autre; elles apparaissent au milieu de la syénite sous forme de traînées, quelquefois elliptiques, plus souvent irrégulières, qui donnent l'impression d'un remplissage de cavités à contours capricieux, rappelant en très grand les druses miarolitiques du granite des Mourne Mountains, en Irlande. Parfois, à leur voisinage, l'alignement des minéraux colorés de la roche normale jalonne leurs contours. Il n'y a eu certainement aucune discontinuité entre la formation de ces pegmatites et celle de la syénite, mais les actions pneumatolitiques ont pris progressivement une importance de plus en plus grande, affectant non seulement la dimension des minéraux, mais encore leur nature. On peut comparer cette production à celle des cryptes à grands cristaux des pegmatites sodiques et lithiques de Madagascar.

Leur disposition la plus habituelle consiste dans l'existence d'une zone périphérique de lames de microperthite de plusieurs centimètres implantées sous forme de rosettes sur la paroi extérieure. Elles enchâssent une partie centrale de composition variable; souvent celle-ci est formée par un mélange à grands éléments de microperthite, de néphéline, de sodalite, d'analcime et d'ægyrine; cette dernière constitue des prismes atteignant 1^{dm}, qui apparaissent libres aux affleurements quand la roche est devenue géodique par suite de la disparition des feldspathoïdes sous l'influence des agents atmosphériques.

Dans d'autres cas, cette partie centrale est constituée par une roche de couleur foncée, à grains moins gros et à faciès lujauvritique; celle-ci présente des variations de composition bien plus étendues que celles que j'ai antérieurement décrites; elle oscille entre un type très riche en ægyrine aciculaire, dépourvu d'eudialyte, et un autre essentiellement formé par ce minéral, en voie de transformation en catapléite. En général, le passage entre ces lujaurites et la bordure felspathique n'est pas brusque; il est

formé par une zone irrégulière, se prolongeant en veinules, de roches à grain moyen ou bien très chargées en néphéline et en æegyrine ou bien très feldspathiques et renfermant alors en abondance de grandes lames d'astrophyllite. Ces faciès de variations sont une source remarquable de beaux échantillons minéralogiques.

L'association intime de pegmatites et de lujaurites est une modalité particulière des relations génétiques existant entre les filons distincts de pegmatite et de tinguaïte riche en ægyrine, qui s'entrecoupent mutuellement. J'ai observé, en effet, dans de tels filons, des passages structurels et minéralogiques entre la lujaurite et la tinguaïte compacte. Quand un filon tinguaïtique rencontre une poche pegmatique, sa matière la remplit parfois, mais elle y prend des particularités spéciales; tel est le cas d'un filon mince d'une tinguaïte renfermant de petits rhomboèdres d'eudialyte et qui, à la traversée d'une poche pegmatique, prend des phénocristaux d'eudialyte de 2^{cm} de diamètre d'ægyrine, de feldspath, etc.

Enfin, la côte occidentale de l'île présente de grandes surfaces syénitiques, balayées par la mer, qui possèdent une structure orbiculaire remarquable. Des taches foncées, qui ne sont autre chose que la syénite normale, un peu plus riche en éléments colorés, sont comme encastrées dans de larges rosettes régulières de pegmatite très feldspathique. C'est, en somme, une manière d'être particulière des pegmatites précédentes.

La syénite de Roume est traversée par un très petit nombre de filons basiques (camptonites, monchiquites), parmi lesquels s'en trouve un tout à fait remarquable en ce qu'il est séparé de ses deux épontes par une tinguaïte porphyrique. Cette association, dans un même filon, de ces deux types de roche de composition extrême n'est pas due à une différenciation effectuée sur place; la tinguaïte a fait intrusion d'une façon symétrique entre la monchiquite et la syénite, elle a profondément corrodé la roche basique et, à son tour, a été endomorphisée, surtout autour de nombreuses enclaves, elles-mêmes métamorphisées. La pointe de Topsail renferme un filon mixte analogue, mais dans lequel la roche leucocrate paraît être une microsyénite.

C'est là la reproduction, mais dans une fissure filonienne réouverte, de phénomènes de l'ordre de ceux que j'ai observés l'an dernier à Nosykomba, sur la côte nord-ouest de Madagascar, où des gabbros essexitiques sont envahis par une syénite néphélinique leucocrate, qui devient bréchiforme et s'endomorphise par englobement et digestion de débris de la roche basique traversée.

Les très nombreux échantillons recueillis [1] aux îles de Los me permettront d'étudier en détail dans le laboratoire ces intéressantes transformations et de compléter en outre la connaissance des diverses roches dont il est question dans cette Note.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode catalytique d'isomérisation des chlorures et bromures forméniques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Il y a quelques années, nous avons indiqué que divers chlorures métalliques issus de métaux plurivalents, jouissent de la propriété de dédoubler facilement par catalyse, vers 250°, les chlorures forméniques primaires en carbures éthyléniques et acide chlorhydrique [2]. Le *chlorure de baryum* convient très bien pour produire cette réaction. Le *chlorure de thorium* anhydre la réalise encore plus activement.

De la même manière, les bromures de ces métaux réalisent aisément vers 250° le dédoublement des bromures forméniques primaires en carbures éthyléniques et acide bromhydrique.

Ces dédoublements permettent de passer très facilement des chlorures bromures forméniques *primaires* à leurs isomères *secondaires* ou tertiaires.

Dans un long tube de 1^{m}, placé sur une grille à combustion, on dispose d'abord une traînée de chlorure de thorium ou de chlorure de baryum anhydre d'environ 35^{cm}, puis, au delà d'un petit tampon d'amiante, une traînée de 50^{cm} de pierre ponce granulée. Le chlorure métallique étant chauffé au voisinage de 250°, la ponce vers 200°, on introduit le chlorure forménique primaire à la partie antérieure du tube, par le procédé ordinaire du tube capillaire. Il se dédouble au contact du chlorure de thorium en carbure éthylénique et gaz chlorhydrique, qui viennent se recombiner en majeure partie au contact de la ponce : cette recombinaison ne reproduit pas le chlorure primaire primitif, mais donne seulement le chlorure isomère secondaire ou tertiaire. Un réfrigérant, placé au bout du tube, permet de condenser ce dernier chlorure, ainsi que les portions de chlorure primitif non transformé. On les sépare par fractionnement.

Ainsi le *chlorure d'isobutyle* $(CH^3)^2CH.CH^2Cl$ (bouillant à 68°,5) se

---

[1] Notre fructueuse exploration de ces îles n'a été possible que grâce aux facilités exceptionnelles de transport et de main-d'œuvre mises à ma disposition par M. le commandant Aubert, directeur des travaux publics de la Guinée, et à l'obligeance de M. Serand, qui nous a servi de guide éclairé.

[2] Paul Sabatier et Mailhe, *Comptes rendus*, t. **141**, 1905, p. 238.

transforme, avec un rendement immédiat supérieur à 40 pour 100, en *chlorure tertiaire* $(CH^3)^3CCl$ (bouillant à 51°-52°).

Le *chlorure d'isoamyle* $(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2Cl$ (bouillant à 100°-101°) fournit de même 50 pour 100 de *chlorure secondaire* $(CH^3)^2.CH.CHCl.CH^3$ (bouillant à 90°), accompagné d'une certaine proportion du *chlorure tertiaire* $(CH^3)^2.CCl.CH^2.CH^3$ (bouillant à 86°).

La transformation des bromures forméniques est encore plus avantageuse que celle des chlorures, parce que la recombinaison des carbures éthyléniques est plus rapide avec l'acide bromhydrique qu'avec l'acide chlorhydrique. On opère de la même manière en remplaçant le chlorure métallique anhydre par le bromure correspondant.

Le *bromure de propyle* $CH^3.CH^2.CH^2.Br$ (bouillant à 71°) fournit de suite 25 pour 100 de *bromure d'isopropyle* $(CH^3)^2CHBr$, qui bout à 59°-60°.

Le *bromure d'isobutyle* $(CH^3)^2.CH.CH^2Br$ (bouillant à 91°-92°) fournit avec un rendement de 60 pour 100 le *bromure tertiaire* $(CH^3)^3CBr$ (bouillant à 72°).

Le bromure d'isoamyle $(CH^3)^2CH.CH^2.CH^2Br$ (qui bout à 118°-120°) fournit, par un premier passage dans le tube, un mélange du bromure *secondaire* $(CH^3)^2CH.CHBr.CH^3$ (bouillant à 114°) et de bromure tertiaire $(CH^3)^2.CBr.CH^2.CH^3$ (bouillant à 108°). Ce mélange, soumis à un nouveau passage dans le tube, fournit le bromure tertiaire à peu près pur, avec un rendement définitif qui peut atteindre 75 pour 100.

GÉOLOGIE. — *Observations sur l'histoire géologique pliocène et quaternaire du golfe et de l'isthme de Corinthe* (2e Note). Note de M. **Charles Depéret**.

II. Période quaternaire. — Dans une Note antérieure consacrée à l'histoire *pliocène* du golfe de Corinthe (*Comptes rendus*, 10 février 1913), j'ai montré que la fin de la période pliocène (Pliocène supérieur ou *Calabrien*) est caractérisée dans cette région par une *régression marine très importante*. En particulier, du côté de l'Adriatique, la mer a dû se retirer jusqu'au delà des Iles Ioniennes, car à Zante et à Corfou, Th. Fuchs a signalé, au sommet des marnes pliocènes, d'épaisses couches de gypse (produit d'évaporation de la mer) surmontées par des conglomérats fluviomarins, identiques à ceux du Péloponèse, et, selon toute vraisemblance, en

connexion avec eux. J'ai été ainsi amené à penser que, sur l'emplacement de l'ancien bras de mer corinthien remblayé et surélevé, s'était constituée, dès le début des temps quaternaires, une dépression continentale, réunissant, sur une longueur de 300^{km}, la Grèce continentale avec le Péloponèse et les Iles Ioniennes. S'il en est réellement ainsi, on doit s'attendre à retrouver, dans cette *vallée corinthienne*, les traces des phénomènes de creusement et de remblaiement, avec formation de *terrasses*, qui caractérisent partout l'histoire des vallées fluviales.

Les preuves en faveur de cette hypothèse sont de plusieurs ordres :

1° Il n'existe, dans la région considérée, aucune trace de dépôts marins correspondant aux époques quaternaires les plus anciennes ([1]). Les seuls dépôts marins connus appartiennent, on le verra plus loin, à l'horizon relativement récent des couches à *Strombus mediterraneus*.

2° La faune terrestre du Quaternaire ancien a pu émigrer dans le Péloponèse, alors réuni au continent, comme en témoigne la belle découverte faite par M. le professeur Scouphos, dans le bassin de Mégalopolis, d'un riche gisement où ce savant a recueilli : *Elephas antiquus* var., *Gortyniensis* n. var., *Hippopotamus amphibius*, *Rhinoceros Mercki*, *Bos* du type *primigenius*, etc. (Collections de l'Université d'Athènes).

3° Enfin, preuve plus directe, on observe sur le bord de l'ancienne vallée corinthienne des *terrasses fluviatiles* étagées, indiquant les temps d'arrêt dans le creusement progressif de la vallée.

Cette question des terrasses du golfe de Corinthe mérite un examen détaillé, parce que ces terrasses, parfaitement observées et décrites par M. Négris, ont été interprétées par ce savant géologue comme des *terrasses d'érosion marine*, fournissant la preuve d'une *grande régression continue de la mer quaternaire*, depuis les hautes altitudes de plus de 1000^{m} jusqu'au niveau du rivage actuel.

([1]) Les travaux récents de MM. de Lamothe, Depéret, Giguoux, ont montré que le Quaternaire marin de la Méditerranée occidentale comprend la série des époques suivantes à partir du Pliocène supérieur :

1° Série de niveaux marins étagés à plus de 100^{m} au-dessus des rivages actuels;

2° Horizon *sicilien* à faune froide : ligne de rivage à 90^{m} d'altitude environ;

3° Horizon de Milazzo et de Nice : ligne de rivage à 60^{m} d'altitude environ;

4° Premier horizon à *Strombus mediterraneus* : ligne de rivage à 30^{m}-35^{m} d'altitude environ;

5° Deuxième horizon à *Strombus mediterraneus* : ligne de rivage à 15^{m}-20^{m} d'altitude environ.

En jetant un coup d'œil sur les rives du golfe de Corinthe, et spécialement sur la rive sud, on ne peut manquer d'être frappé du grand nombre de *replats* qui interrompent les pentes raides des marnes et des conglomérats pliocènes. Mais ces replats ont des origines très diverses : les uns sont dus simplement à la mise à nu par l'érosion des bancs de poudingues durs intercalés dans les marnes; d'autres sont attribuables, comme l'a bien noté M. Philippson, à des failles en gradins qui affectent le Pliocène et se traduisent par des marches d'escalier géantes dont la surface est généralement constituée par un banc résistant de conglomérat. Ces deux catégories de replats, de beaucoup les plus nombreux, se reconnaissent aisément soit à la pente du replat dirigée vers le Sud, en sens inverse de la mer, soit à l'irrégularité de pente de la surface plus ou moins gauchie des compartiments faillés, qui se raccordent même parfois entre eux par une de leurs extrémités. Ces replats ne comportent à leur surface aucun revêtement de cailloutis alluviaux.

Mais une troisième catégorie de replats, parfaitement distingués par M. Négris, présentent de tout autres caractères : leur pente, inclinée au Nord vers la mer, est entaillée en discordance dans les marnes ou les conglomérats pliocènes dont les bancs plongent le plus souvent en sens inverse de la terrasse; en outre, ces replats sont recouverts par des lits parfois épais de cailloutis meubles, à éléments tantôt bien roulés, tantôt plus ou moins anguleux, emballés dans une gangue brune ou rougeâtre. J'ai retrouvé dans ces cailloutis tous les caractères habituels des *alluvions torrentielles et fluviales* et je ne puis y reconnaître avec M. Négris, des plates-formes d'érosion marine. La présence de coquilles marines, telles que le *Cardium edule*, de *Cladocora* ou de galets perforés par les lithophages, signalés en plusieurs points par M. Négris, s'explique aisément par le remaniement ou l'éboulement presque sur place des marnes et conglomérats marins qui forment le substratum des terrasses et les pentes qui les dominent. Nous avons nettement constaté ce remaniement avec M. Négris pour la terrasse de Kastritsi.

Je n'ai pu malheureusement étudier moi-même tous ces nombreux *lambeaux de vallées suspendues* du golfe de Corinthe. Cependant M. Négris a bien voulu me conduire sur celles de ces terrasses qu'il considère comme les plus typiques, en particulier sur les deux lambeaux si bien conservés de Kastritsi, au-dessus de Rhion, dont l'un s'étend sur 1^{km} de large de la cote 604^{m} à la cote 585^{m}, avec une faible pente au Nord d'environ 2 pour 100. Il s'agit là, à mon avis, d'une terrasse formée par des rivières s'échappant du massif du Voidias, et qui devait se raccorder, vers l'axe de la grande vallée

corinthienne, à un thalweg principal Est-Ouest, à l'altitude approximative de 400^m à 450^m.

Dans la même région, et en descendant sur Patras, j'ai noté, à des niveaux inférieurs, des lambeaux très nets de deux autres terrasses alluviales, l'une vers 550^m, l'autre vers 350^m. A l'ouest de Patras, sur la rive gauche de la vallée de Lenka, j'ai observé sur le flysch un lambeau assez étendu d'une belle terrasse fluviale, à l'altitude moyenne de 190^m, et dominant d'une centaine de mètres le thalweg de la vallée actuelle.

En m'aidant de ces observations personnelles et des beaux travaux de M. Négris, j'ai essayé de me faire une idée d'ensemble de la série des terrasses d'alluvions qui marquent les temps d'arrêt dans le creusement de la vallée quaternaire corinthienne. Les plus élevées de ces terrasses paraissent se trouver dans la région du Mavron-Oros, qui répond justement au maximum de surélévation des dépôts pliocènes. M. Négris y signale au nord de Gelini des terrasses d'alluvions rouges, discordantes sur le Pliocène, à l'altitude de 910^m et 907^m. Il semble rationnel de penser que cette région a pu constituer un seuil transversal avec double pente à l'Est et à l'Ouest, et cette hypothèse paraît confirmée par l'abaissement des terrasses dans ces deux directions.

Vers l'Ouest nous trouvons en effet les chiffres de 700^m au-dessus d'Egion et de 600^m autour du mont Voidias. Cette même terrasse de 600^m se retrouve, selon M. Négris, sur la rive nord du golfe, en demi-cercle autour du mont Rigani et *inclinant au Sud vers l'axe du golfe*, c'est-à-dire en sens inverse des terrasses de la rive sud, fait important pour la démonstration que je poursuis. Vers l'Est, M. Négris signale les niveaux maxima de 836^m à Zemeno, de 743^m à Mikri-Vatsa, de 642^m au mont Spiria, de 533^m au mont Phouka, et de 520^m au mont Sicyone.

En dehors de ces niveaux élevés, M. Négris indique de nombreux lambeaux de terrasses à des niveaux inférieurs, en rapport évident avec le progrès de l'érosion de la vallée. Il est vraisemblable que cet abaissement graduel du niveau de la vallée a eu pour cause *un abaissement corrélatif du niveau de basse marine*, fait qui est bien établi dans la Méditerranée occidentale. Mais il serait nécessaire de suivre en détail tous ces niveaux de terrasses pour en faire un raccordement précis et tracer l'histoire détaillée du creusement de la vallée corinthienne : c'est là un travail de longue haleine bien fait pour tenter la patience de nos confrères d'Athènes.

Cette œuvre d'érosion continentale a dû en tous les cas se poursuivre pendant une longue durée des temps quaternaires et a été seulement inter-

rompue par une *phase de transgression marine* qui correspond à l'horizon des couches à *Strombus mediterraneus*. A ce moment la mer, par un *mouvement positif* des plus nets, pénètre dans la vallée corinthienne à la fois par ses deux extrémités, à l'Est par l'isthme de Corinthe, à l'Ouest par la région de Patras. L'histoire de cette transgression marine fera l'objet d'une Note ultérieure.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission de six Membres qui devra présenter une liste de candidats à la place vacante, dans la Section des Académiciens libres, par le décès de M. *Teisserenc de Bort*.

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence de M. le Président de l'Académie, doit comprendre : deux Membres de la Division des Sciences mathématiques; deux Membres de la Division des Sciences physiques; deux Membres de la Section des Académiciens libres :

MM. **Appell**, **Baillaud**, pour la Division des Sciences mathématiques; MM. **Gautier**, **Guignard**, pour la Division des Sciences physiques; MM. **de Freycinet**, **Labbé**, pour la Section des Académiciens libres, réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Ladenburg*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 47,

M. Barbier obtient . . . . 41 suffrages
M. Charpy » . . . . 6 »

M. **Barbier**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. **Jules Welsch** adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1912.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Observatoire royal de Belgique. Service astronomique. *Description des installations du Service de l'Heure*, par H. Philippot et E. Delporte.

2° Muséum d'Histoire naturelle de Genève. *Catalogue illustré de la Collection Lamarck.*

MM. **A. Chantemesse**, **A. Rosenstiehl** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section des Académiciens libres, par le décès de M. *Teisserenc de Bort.*

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le rendement lumineux du corps noir aux températures élevées et sur celui des étoiles. Première application à Arcturus et Véga.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. J. Violle.

L'opinion courante d'après laquelle le rendement lumineux (rapport du rayonnement lumineux au rayonnement total) des corps incandescents et en particulier du corps noir augmente indéfiniment avec la température, est erronée, comme il est facile de le voir.

Considérons, en effet, le rayonnement lumineux d'un pareil corps. J'ai montré (*Comptes rendus*, t. 150, p. 449) que la loi expérimentale d'après laquelle cet éclat varie sensiblement comme l'intensité de la longueur d'onde du maximum de luminosité ($0^{\mu},54$), loi vérifiée depuis longtemps pour les températures réalisées au laboratoire, est applicable aussi aux températures élevées du Soleil et des étoiles les plus chaudes. Par suite, l'éclat est, d'après la loi de Planck, proportionnel à $\frac{1}{e^{\frac{K}{T}}-1}$, où T est la température

absolue et $K = \frac{14600}{0,54} = 27000$. L'énergie totale étant donnée par la loi de Stefan, le rendement lumineux peut donc être exprimé (A étant une constante) par

(1)
$$R = \frac{A}{\left(e^{\frac{K}{T}} - 1\right) T^4}.$$

Or, en dérivant cette expression par rapport à T, on trouve que sa dérivée s'annule pour une (et une seule) valeur Θ de T, telle que

$$e^{\frac{K}{\Theta}} = \frac{1}{1 - \frac{K}{4\Theta}}.$$

D'où l'on tire $\frac{K}{\Theta} = 3,92$ (en appliquant au lieu de la loi de Planck celle de Wien qui n'en est qu'une première approximation, on aurait trouvé 4 au lieu de 3,92), et finalement $\Theta = 6430°$.

Le rendement lumineux du radiateur intégral augmente donc jusqu'à cette température pour laquelle il est maximum pour décroître ensuite à mesure que la température s'élève et s'annuler pour une température infinie. La valeur de Θ, qui correspond au rendement lumineux maximum, est très voisine de celles qui ont été trouvées par diverses méthodes pour la température effective du Soleil : il est naturel de penser que cela est dû à l'accommodation séculaire *optima* de la rétine pour la lumière solaire. M. Féry avait déjà émis la même hypothèse à propos de la position du maximum de luminosité du spectre du Soleil.

J'ai calculé au moyen de la relation (1) diverses valeurs de R correspondant aux températures effectives que j'ai trouvées pour un certain nombre d'étoiles en utilisant mon photomètre stellaire hétérochrome (*Comptes rendus*, 6 décembre 1909 et *passim*) et construit une courbe représentative. Le rendement lumineux du Soleil est d'après ce qui précède supérieur non seulement à celui des étoiles plus froides, des types compris entre G et M de Harvard, mais aussi à celui des étoiles plus chaudes (comprises entre les types A et G). Pour ne prendre que deux exemples, le rendement lumineux correspondant à la température de ρ Persée (type M*b*, température effective 2870° A.) est inférieure à $\frac{1}{6}$ de celui du Soleil, qui par contre est presque le double (exactement 1,8 fois) du rendement lumineux correspondant à la température effective de β Persée (type B 8, température effective 13300° A.).

M. Nichols a fait naguère (*Astroph. Journal*, t. XIII, p. 101), au moyen d'un radiomètre ultra-sensible adapté à un puissant télescope, des mesures comparatives du rayonnement total d'Arcturus et de Véga, et trouvé que

la première de ces étoiles a un rayonnement 2,2 fois plus intense que la seconde. Ce résultat nous permet de faire dès maintenant une application imprévue des considérations précédentes. On sait en effet, d'après la moyenne des mesures photométriques de Potsdam et de Harvard (voir *Harvard Revised Photometry* et *Photometrische Durchmusterung*) que les éclats apparents d'Arcturus et de Véga sont très exactement égaux. De ce fait et du résultat de Nichols, on déduit que le rendement lumineux de Véga est 2,2 fois plus grand que celui d'Arcturus. Or en partant de là et de la température effective (12200° A.) que j'ai trouvée pour Véga, et en utilisant la relation (1), on peut en déduire que la température effective d'Arcturus est voisine de 3400° A.

Cette valeur est bien conforme à ce qu'on pouvait présumer d'après le spectre d'Arcturus qui est analogue à celui du Soleil, mais plus chargé en raies et avec déjà l'esquisse de quelques bandes, ce qui depuis longtemps avait fait attribuer à cette étoile une température inférieure à celle du Soleil.

La courbe représentative des diverses valeurs de R données par la relation (1) permet d'ailleurs, en partant du résultat de Nichols, et même en supposant inconnue toute donnée sur la température de Véga, de déterminer une limite supérieure de la température effective d'Arcturus : puisqu'en effet le rendement lumineux de Véga est nécessairement inférieur à la valeur maxima de R, on trouve immédiatement que, sur la branche ascendante de la courbe, la température qui correspond à un rendement égal à $\frac{1}{2,2}$ fois cette valeur maxima est égale à 3900° A. Ce nombre représente donc une limite supérieure de la température effective d'Arcturus.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les réseaux réciproquement dérivés.* Note de M. **Tzitzéica**.

1. Considérons un réseau conjugué (x) décrit par le point x de coordonnées projectives $x_1, x_2, \ldots, x_{n+1}$. Ces $n+1$ fonctions de u et v vérifient une équation de Laplace de la forme

$$\frac{\partial^2 x}{\partial u\,\partial v} + a\frac{\partial x}{\partial u} + b\frac{\partial x}{\partial v} + cx = 0. \tag{1}$$

Prenons l'expression

$$x' = p\frac{\partial x}{\partial u} + q\frac{\partial x}{\partial v} + rx \tag{2}$$

telle que le second membre s'annule lorsqu'on remplace x par deux solutions particulières de (1). Alors, aux $n+1$ coordonnées de x, (2) fera correspondre les $n+1$ coordonnées x'_i d'un point x', qui décrira un réseau conjugué (x') : un *réseau dérivé* de (x). Soit

$$\frac{\partial^2 x'}{\partial u\, \partial v} + a' \frac{\partial x'}{\partial u} + b' \frac{\partial x'}{\partial v} + c' x' = 0 \tag{3}$$

l'équation de Laplace vérifiée par les x'_i, on a les relations suivantes :

$$a' - a + \frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial v} = 0, \qquad b' - b + \frac{1}{q} \frac{\partial q}{\partial u} = 0. \tag{4}$$

2. Cela étant, je suppose maintenant que le réseau (x) aussi est un réseau dérivé du réseau (x'). Je dirai alors que les réseaux (x) et (x') sont *réciproquement dérivés*. Les x_i et les x'_i vérifient dans ce cas non seulement (2), mais aussi la relation suivante :

$$x = p' \frac{\partial x'}{\partial u} + q' \frac{\partial x'}{\partial v} + r' x', \tag{5}$$

les fonctions p', q', r' étant choisies de manière que le second membre s'annule pour deux solutions particulières de (3). On a alors des relations analogues à (4)

$$a - a' + \frac{1}{p'} \frac{\partial p'}{\partial v} = 0, \qquad b - b' + \frac{1}{q'} \frac{\partial q'}{\partial u} = 0. \tag{6}$$

De (4) et (6) on tire

$$pp' = \mathrm{U}, \qquad qq' = \mathrm{V},$$

U et V étant respectivement des fonctions seulement de u et de v, toutes les deux différentes de zéro.

Remplaçons maintenant dans (5) x' par son expression (2), nous obtenons une équation de la forme

$$\mathrm{U} \frac{\partial^2 x}{\partial u^2} + \mathrm{V} \frac{\partial^2 x}{\partial v^2} + \mathrm{A} \frac{\partial x}{\partial u} + \mathrm{B} \frac{\partial x}{\partial v} + \mathrm{C} x = 0, \tag{7}$$

et en faisant l'opération inverse, on trouvera pour x' une équation analogue

$$\mathrm{U} \frac{\partial^2 x'}{\partial u^2} + \mathrm{V} \frac{\partial^2 x'}{\partial \mathrm{V}^2} + \mathrm{A}' \frac{\partial x'}{\partial u} + \mathrm{B}' \frac{\partial x'}{\partial v} + \mathrm{C}' x' = 0. \tag{8}$$

On tire de là les résultats suivants :

Les réseaux réciproquement dérivés, s'ils existent, sont contenus dans un espace à trois dimensions. Ils sont tous les deux isothermes conjugués. La droite xx' qui joint les points correspondants de ces réseaux forme une congruence W.

2. Je me propose de démontrer maintenant que les deux réseaux (x) et (x') réciproquement dérivés sont des réseaux R, c'est-à-dire des réseaux conjugués dont les tangentes forment, toutes les deux, des congruences W.

A cet effet, il suffit de démontrer qu'il y a correspondance des lignes asymptotiques entre le réseau (x) et le réseau (ξ), déduit de (x) par une première transformation de Laplace. Les coordonnées de ξ s'obtiennent de celles de x à l'aide de l'expression

$$\xi = \frac{\partial x}{\partial u} + bx. \tag{9}$$

Nous considérons en même temps le réseau (ξ') déduit de la même manière de (x') à l'aide de l'expression

$$\xi' = \frac{\partial x'}{\partial u} + b' x'. \tag{10}$$

Or, le réseau (x') étant un réseau dérivé de (x), le point ξ' se trouve dans le plan tangent de ξ (voir ma Note du 3 février 1913), on a donc

$$\xi' = p_1 \frac{\partial \xi}{\partial u} + q_1 \frac{\partial \xi}{\partial v} + r_1 \xi.$$

En remplaçant dans cette relation ξ et ξ' par leurs valeurs (9) et (10), et x' par sa valeur (2), on trouve une équation de la forme

$$P \frac{\partial^2 x}{\partial u^2} + Q \frac{\partial x}{\partial u} + R x = 0$$

qui, devant être vérifiée par x_1, x_2, x_3 et x_4 (actuellement $n = 3$), on a $P = Q = R = 0$. La première de ces trois égalités donne

$$p_1 = p; \tag{11}$$

la deuxième et la troisième, par l'élimination de r_1,

$$k q_1 = S,$$

k étant le second invariant $\left(\frac{\partial b}{\partial v} + ab - c\right)$ de (1) et S une expression dont nous trouverons immédiatement une autre forme. Écrivons que x' de (2)

vérifie (3), on doit trouver une identité. En écrivant que le coefficient de $\frac{\partial x}{\partial v}$ est nul, on obtient

$$S = k' q,$$

k' étant le second invariant de (3). On a donc finalement

$$kq_1 = k' q. \tag{12}$$

Or, le réseau (x) étant lui aussi un réseau de (x'), on aura

$$\xi = p'_1 \frac{\partial \xi'}{\partial u} + q'_1 \frac{\partial \xi'}{\partial v} + r'_1 \xi',$$

et en faisant les mêmes calculs que précédemment, on trouvera nécessairement

$$p'_1 = p', \qquad k' q'_1 = k q'. \tag{13}$$

De (11), (12) et (13) on tire

$$p_1 p'_1 = pp' = U, \qquad q_1 q'_1 = qq' = V,$$

en supposant $k.k' \neq 0$.

Les calculs faits au paragraphe 2 s'appliquent ici et l'on trouve que les ξ et les ξ' vérifient des équations de la forme

$$U \frac{\partial^2 \xi}{\partial u^2} + V \frac{\partial^2 \xi}{\partial v^2} + \alpha \frac{\partial \xi}{\partial u} + \beta \frac{\partial \xi}{\partial v} + \gamma \xi = 0.$$
$$U \frac{\partial^2 \xi'}{\partial u^2} + V \frac{\partial^2 \xi'}{\partial v^2} + \alpha' \frac{\partial \xi'}{\partial u} + \beta' \frac{\partial \xi}{\partial v} + \gamma' \xi' = 0.$$

les fonctions U et V étant les mêmes que dans les équations (7) et (8). Ceci montre que les réseaux (ξ) et (ξ') sont tout comme (x) et (x') isothermes conjugués et que sur tous ces réseaux il y a correspondance des lignes asymptotiques.

J'ajoute enfin que, en considérant d'autres types de réseaux dérivés, on peut généraliser de bien des manières la notion de réseaux réciproquement dérivés que nous venons d'introduire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des fonctions harmoniques. Application au carré.* Note (¹) de M. J. **Le Roux**, présentée par M. Émile Picard.

1. J'ai montré (*Comptes rendus*, 10 février 1913) que l'étude de l'intégrale de Dirichlet conduit à la considération d'une équation aux différences finies :

$$z_{x,y} - \frac{1}{4}(z_{x-h,y} + z_{x+h,y} + z_{x,y-h} + z_{x,y+h}) = 0. \tag{1}$$

La méthode indiquée s'applique facilement au carré et peut être ensuite étendue à un domaine quelconque.

Soit (C) un carré dont les côtés, de longueur $2a$, sont parallèles aux axes de coordonnées et dont le centre se trouve à l'origine.

Je le divise en $4n^2$ carrés égaux, de côté h, par des parallèles aux axes et je cherche à résoudre, pour ce réseau, l'équation (1) avec la condition que l'on ait, en chaque nœud (ξ, η) du périmètre,

$$z_{\xi,\eta} = \zeta(\xi, \eta),$$

$\zeta(\xi, \eta)$ étant une fonction bornée quelconque continue ou non. Les valeurs de ζ aux angles du carré n'intervenant pas dans le calcul, on les supposera nulles. On détermine par la formule suivante une *fonction d'interpolation* $F(x, y)$, qui est égale à $z_{x,y}$ sur les nœuds du réseau :

$$\begin{aligned} F(x,y) = & \sum_{k=0}^{k=n-1}\left(A_k \frac{\operatorname{ch}\omega_k \frac{x}{a}}{\operatorname{ch}\omega_k} + B_k \frac{\operatorname{sh}\omega_k \frac{x}{a}}{\operatorname{sh}\omega_k}\right)\cos\frac{(2k+1)\pi y}{2a} \\ & + \sum_{k=1}^{k=n-1}\left(A'_k \frac{\operatorname{ch}\omega'_k \frac{x}{a}}{\operatorname{ch}\omega'_k} + B'_k \frac{\operatorname{sh}\omega'_k \frac{x}{a}}{\operatorname{sh}\omega'_k}\right)\sin\frac{k\pi y}{a} \\ & + \sum_{k=0}^{k=n-1}\left(C_k \frac{\operatorname{ch}\omega_k \frac{y}{a}}{\operatorname{ch}\omega_k} + D_k \frac{\operatorname{sh}\omega_k \frac{y}{a}}{\operatorname{sh}\omega_k}\right)\cos\frac{(2k+1)\pi x}{2a} \\ & + \sum_{k=1}^{k=n-1}\left(C'_k \frac{\operatorname{ch}\omega'_k \frac{y}{a}}{\operatorname{ch}\omega'_k} + D'_k \frac{\operatorname{sh}\omega'_k \frac{y}{a}}{\operatorname{sh}\omega'_k}\right)\sin\frac{k\pi x}{a}. \end{aligned} \tag{2}$$

(¹) Présentée dans la séance du 24 février 1913.

On a posé :

$$(3)\quad \begin{cases} \omega_k = 2n \log\left[\sqrt{1+\sin^2\dfrac{(2k+1)\pi}{4n}} + \sin\dfrac{(2k+1)\pi}{4n}\right], \\ \omega'_k = 2n \log\left[\sqrt{1+\sin^2\dfrac{k\pi}{2n}} + \sin\dfrac{k\pi}{2n}\right], \end{cases}$$

d'où l'on tire

$$(4)\quad \begin{cases} (2k+1)\log(1+\sqrt{2}) < \omega_k < (2k+1)\dfrac{\pi}{2}, \\ 2k\log(1+\sqrt{2}) < \omega'_k < k\pi. \end{cases}$$

Les coefficients A_k, B_k, ... sont donnés par des formules de la forme

$$A_k = \frac{1}{n}\sum_{\eta=-a+h}^{\eta=a-h} \frac{\zeta(a,\eta)+\zeta(-a,\eta)}{2}\cos\frac{(2k+1)\pi\eta}{2a},$$

. . . .

Par conséquent, l'inégalité $|\zeta(\xi,\eta)| < M$ entraîne

$$|A_k| < 2M.$$

2. Quand on fait croître n indéfiniment, le développement de $F(x, y)$ converge, comme une progression géométrique, dans tout carré (C') concentrique, homothétique et intérieur à (C).

Soit $F_m(x, y)$ la fonction obtenue en négligeant, dans l'expression de $F(x, y)$, tous les termes dont l'indice k est supérieur à m. Il est possible de prendre m assez grand pour que les inégalités

$$|x| < \rho, \qquad |y| < \rho \qquad (0 < \rho < a)$$

entraînent, *quel que soit n*, ε étant un nombre positif donné,

$$(5)\quad |F(x, y) - F_m(x, y)| < \varepsilon.$$

Si l'on remplace ω_k, ω'_k par leurs limites supérieures (4), les fonctions $F(x, y)$, $F_m(x, y)$ se transforment en des fonctions harmoniques $V(x, y)$, $V_m(x, y)$. La fonction $V(x, y)$ est égale à $F(x, y)$ sur le périmètre du carré. L'inégalité

$$(6)\quad |V(x, y) - V_m(x, y)| < \varepsilon$$

a lieu dans les mêmes conditions que (5). Le nombre m ayant été déterminé par ces conditions, il est possible de trouver un nombre n', tel que $n > n'$ entraîne

$$(7)\quad |F_m(x, y) - V_m(x, y)| < \varepsilon.$$

Réunissant les inégalités (5), (6), (7), on a donc pour tout point de (C′)

$$(8) \qquad |F(x, y) - V(x, y)| < 3\varepsilon.$$

En résumé :

A tout réseau considéré (R) correspondent : 1° un système de nombres $z_{x,y}$ définis sur les nœuds du réseau par la condition de satisfaire à l'équation (1) et de prendre sur les nœuds de la frontière les valeurs de la fonction $\zeta(\xi, \eta)$; 2° une fonction $V(x, y)$ harmonique dans le carré et prenant les mêmes valeurs sur les nœuds de la frontière. Quand la densité du réseau croît indéfiniment, la différence $z_{x,y} - V(x, y)$ tend uniformément vers zéro dans tout carré (C′) concentrique, homothétique et intérieur à (C).

La fonction harmonique V dépend d'ailleurs en général du réseau (R) et ne tend vers une limite déterminée que dans les cas où la fonction bornée $\zeta(\xi, \eta)$ est intégrable ou au moins sommable sur le périmètre du carré.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la meilleure approximation de $|x|^{2s+1}$ par des polynomes de degrés indéfiniment croissants.* Note de Mlle **Th. Tarnarider**, présentée par M. Émile Picard.

Les méthodes développées par M. S. Bernstein dans ses récents travaux sur la détermination de la meilleure approximation de $|x|$ par un polynome de degré donné n (et en particulier lorsque n croît indéfiniment) (¹) sont applicables à la résolution du même problème pour la fonction $|x|^{2s+1}$ (où s est un nombre entier positif).

Je me propose d'indiquer les résultats que j'ai obtenus dans cette voie.

1. Pour déterminer une borne supérieure de la meilleure approximation $E_{2n}|x|^{2s+1}$ de $|x|^{2s+1}$ sur le segment $(-1, +1)$ par un polynome de degré $2n$ (²), on considère le polynome $R_s(x)$ de degré $2n$, s'annulant pour

(¹) Mémoire couronné par l'Académie de Belgique (2ᵉ série, t. N), et le Mémoire dans les *Acta math.*, t. XXXVII, dont M. Bernstein a bien voulu me communiquer les épreuves.

(²) Il résulte des travaux de M. S. Bernstein que $E_n|x|^{2s+1}$ est exactement de l'ordre $\frac{1}{n^{2s+1}}$.

$x = 0$ et égal à $|x|^{2s+1}$ aux points

$$x_k = \cos\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{2n} \qquad (k = 0, 1, 2, \ldots, 2n-1),$$

racines du polynome $T(x) = \cos 2n \arc\cos x$,

$$R_s(x) = \frac{x\,T(x)}{2n}\left[\sum_{k=0}^{n-1}(-1)^k \frac{\sin\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{2n}\cos^{2s}\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{2n}}{x-\cos\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{2n}} - \sum_{k=n}^{2n-1}(-1)^k \frac{\sin\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{2n}\cos^{2s}\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{2n}}{x-\cos\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{2n}}\right].$$

L'étude de la différence $|x|^{2s+1} - R_s(x)$ peut être de la façon suivante ramenée au cas $s = 0$ étudié par M. S. Bernstein.

On a

$$|x|^{2s+1} - R_s(x) = x^{2s}[|x| - R(x)] + \sum_{i=0}^{i=s-1} x^{2(s-i-1)}[x^2 R_i(x) - R_{i+1}(x)],$$

où $R(x) \equiv R_0(x)$, et il est facile de montrer que

$$x^2 R_i(x) - R_{i+1}(x) = \frac{x^2\,T(x)}{n}\left[-\gamma_{2i}\left(\frac{\pi}{n}\right)^{2i} + \left(\frac{\pi}{n}\right)^{2i+1} r_i\right],$$

où $\lim\limits_{n=\infty} r_i = 0$ et les nombres γ_k sont déterminés par les relations récurrentes

$$\sum_{i=1}^{i=k+1} C_{k+1}^{i}\,\gamma_{k-i+1} = \frac{3^{k+1}-1}{2^{2(k+1)}}, \qquad \left[C_p^m = \frac{p!}{m!\,(p-m)!}\right].$$

D'où, en tenant compte de la relation [1],

$$|x| - R(x) = \frac{T(x)}{n}[F(v) + \beta_n],$$

où

$$F(v) = v\int_0^1 \frac{z^{v-\frac{1}{2}}}{1+z}\,dz, \qquad v = \frac{2nx}{\pi},$$

et β_n tend uniformément vers zéro lorsque n croît indéfiniment; on trouve

(1) $$|x|^{2s+1} - R_s(x) = 2\pi^{2s}\frac{T(x)}{(2n)^{2s+1}}[F_s(v) + \alpha_n],$$

(1) S. Bernstein, *Acta math.*, t. XXXVII.

où

$$F_s(v) = v^{2s}\left(F(v) - \sum_{i=0}^{i=s-1} 2^{2i}\gamma_{2i}\frac{1}{v^{2i}}\right)$$

et α_n tend uniformément vers zéro lorsque n croît indéfiniment [1].

Partant de la relation (1), on peut achever la détermination de la borne supérieure de $E_{2n}|x|^{2s+1}$ par la méthode de M. S. Bernstein.

J'ai ainsi obtenu, par exemple,

$$E_{2n}|x|^3 < \frac{0,65}{(2n)^3}$$

pour des valeurs suffisamment grandes de n.

2. La méthode employée par M. Bernstein pour déterminer une borne inférieure ρ de $E_{2n}|x|$ conduit, dans le cas de $|x|^{2s+1}$, à une expression de la borne inférieure ρ_{2s+1} de $E_{2n}|x|^{2s+1}$ que l'on peut également ramener au cas $s = 0$ par des transformations analogues aux précédentes. On trouve ainsi :

$$\rho'_{2s+1} = \frac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2n}\right)^{2s+1}\frac{\sum_{i=1}^{i=i_0} h_i\lambda_i^{2s-1}\left[1 - \frac{4\lambda_i}{2\lambda_i+1}F\left(\lambda_i+\frac{1}{2}\right) - \sum_{k=1}^{1} 2^{2k}\frac{\mu_{2k-1}}{\lambda_i^{2k-1}}\right]}{\sum_{i=1}^{i=i_0} h_i\frac{1}{\lambda_i^2}\left(1+\frac{\pi\lambda_i}{2}\operatorname{tang}\frac{\pi\varepsilon_i}{2}\right)},$$

où

$$\lim_{n=\infty}\left[n^{2s+1}(\rho'_{2s+1} - \rho_{2s+1})\right] = 0.$$

$$h_i = \frac{(\lambda_i^2-1)(\lambda_i^2-2^2)\ldots[\lambda_i^2-(i_0-1)^2]}{(\lambda_i^2-\lambda_1^2)(\lambda_i^2-\lambda_2^2)\ldots(\lambda_i^2-\lambda_{i-1}^2)(\lambda_i^2-\lambda_{i+1}^2)\ldots(\lambda_i^2-\lambda_{i_0}^2)};$$

$$(i-1 < \lambda_i = i-1+\varepsilon_i < i),$$

les nombres μ satisfont aux relations récurrentes

$$\sum_{i=1}^{i=k} C^i_{k+1}\mu_{k-i+1} = \frac{2^k-1}{2^{k+1}},$$

et où l'on choisit les nombres λ_i de façon à obtenir une valeur aussi grande que possible de ρ'_{2s+1}.

---

(1) M. S. Bernstein ayant obtenu cette relation par un autre raisonnement, m'a fait remarquer que $\Sigma 2^{2i}\lambda_{2i}\frac{1}{v^{2i}}$ est le développement (divergent) de $F(v)$ suivant les puissances négatives de v.

Prenant

$$i_0 = 2, \qquad \lambda_1 = 0,5, \qquad \lambda_2 = 1,4,$$

on trouve par exemple

$$E_{2n} |x|^3 > \frac{0,54}{(2n)^3}$$

pour des valeurs suffisamment grandes de n.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les nombres de classes des formes quadratiques binaires positives.* Note de M. **Jacques Chapelon**, présentée par M. G. Humbert.

M. Humbert, étendant une méthode d'Hermite, a établi dans le *Journal de Mathématiques* (1907) diverses formules relatives aux nombres de classes des formes quadratiques binaires et positives, en utilisant les relations de la transformation du troisième ordre pour les fonctions thêta. En particulier, il a obtenu des formules donnant, avec les notations de Kronecker et d'Hermite, les sommes

(I) $$\Sigma F(4N - x^2) \quad \text{et} \quad \Sigma F_1(4N - x^2),$$

où x est un entier de signe quelconque, congru soit à 3, soit à ± 1 (mod 6).

Il a donné de même, en fonction des diviseurs de N, les expressions des sommes

(II) $$\Sigma F(N - x^2) \quad \text{et} \quad \Sigma F_1(N - x^2),$$

où x est congru soit à ± 1, soit à 0 (mod 3).

Je me suis proposé d'obtenir, relativement au module 5, des formules analogues, ne rentrant pas dans celles de M. Gierster.

Je m'appuie, pour cela, sur les formules de la transformation du cinquième ordre des fonctions thêta ; en les combinant avec les formules d'addition, j'arrive à des relations telles que celles-ci :

$$\eta_1^2 \theta_1^2 \left[\frac{H^2\left(\frac{\pi}{5}\right)}{\Theta^2\left(\frac{\pi}{5}\right)} - \frac{H^2\left(\frac{2\pi}{5}\right)}{\Theta^2\left(\frac{2\pi}{5}\right)} \right] = -\sqrt{5}\sqrt{\eta_1\theta_1}\sqrt{\eta'_1\theta'_1}\,(\eta_1\theta_1 - 5\eta'_1\theta'_1),$$

où η_1, θ_1, η'_1, θ'_1 désignent respectivement $H_1(0, q)$, $\Theta_1(0, q)$, $H_1(0, q^5)$, $\Theta_1(0, q^5)$.

D'autre part, dans le développement en série de Fourier de la fonction $H_1 \Theta_1 H^2 : \Theta^2$, je remplace successivement la variable par $\frac{\pi}{5}$ et $\frac{2\pi}{5}$; je retranche membre à membre et je tiens compte de la relation qui précède; égalant alors dans les deux membres les coefficients des mêmes puissances de q, j'arrive à l'une des formules que j'avais en vue.

De cette manière, j'obtiens des relations où les premiers membres sont des sommes des types (I) et (II) ci-dessus, et relatives au module 5 : pour le type (I), x représente un entier, positif ou négatif, congru soit à 5, soit à ± 1, soit à $\pm 2 \pmod{10}$; pour le type (II), x est congru soit à 0, soit à ± 1, soit à $\pm 2 \pmod 5$.

Voici, par exemple, quelques-uns des résultats relatifs au cas de $N \equiv 0 \pmod{10}$.

Notations. — Je désigne par d' un diviseur quelconque de N; par δ' un diviseur, à conjugué impair, de $\frac{N}{2}$; je pose encore, de toutes les manières possibles,

$$N = d_1 d, \qquad d_1 > d,$$
$$N = d_p d_i, \qquad d_p > d_i,$$

d_p étant pair et d_i impair. De plus, $\Phi(m)$ désigne la somme des diviseurs impairs de m, si m est entier, et 0 si m est fractionnaire, et enfin $\left(\frac{a}{5}\right)$ est le symbole ordinaire de Legendre, supposé *nul* si a est multiple de 5.

Je pose $N = 5^\mu N'$, le nombre N' n'étant pas multiple de 5.

Dans ces conditions, on a, en particulier, comme formules du premier type,

$$\sum_{x \equiv 5 \pmod{10}} F(4N - x^2) = 4 \sum \delta' \left(\frac{\delta'}{5}\right)^2 + 2 \sum (d_p - d_i) \left[1 - \left(\frac{d_p + d_i}{5}\right)^2\right],$$

$$\sum_{x \equiv \pm 1 \pmod{10}} F(4N - x^2) = 2 \left[1 + 5^\mu \left(\frac{N'}{5}\right)\right] \sum \delta' \left(\frac{\delta'}{5}\right)$$
$$- 2 \sum \delta' \left(\frac{\delta'}{5}\right)^2 + \sum (d_1 - d) \left(\frac{d_1 + d}{5}\right) \left[1 + \left(\frac{d_1 + d}{5}\right)\right].$$

Et, comme formules du second type,

$$\sum_{x \gtreqless 0} F(N - 25x^2) = \frac{1}{2} \sum (-1)^{d'} \left(\frac{d'}{5}\right)^2 + \frac{1}{2} \sum (-1)^{d_1} (d_1 - d)$$
$$- \frac{1}{2} \sum (-1)^{d_1} (d_1 - d) \left(\frac{d_1 + d}{5}\right)^2 + \frac{1}{4} \Phi(N) + \frac{5}{4} \Phi\left(\frac{N}{25}\right),$$

et

$$\sum_{x \equiv \pm 1 \pmod 5} F(N - x^2) = \frac{1}{4}\Sigma(-1)^{d'} d' \left(\frac{d'}{5}\right)\left[1 + 5^{2}\left(\frac{N}{5}\right)\right] - \frac{1}{4}\Sigma d'(-1)^{d'}\left(\frac{d'}{5}\right)^2$$
$$+ \frac{1}{4}\Sigma(-1)^{d_1}(d_1 - d)\left(\frac{d_1 + d}{5}\right)^2 - \frac{1}{4}\Sigma(-1)^{d_1}(d_1 - d)\left(\frac{d_1 + d}{5}\right)$$
$$+ \frac{5}{8}\Phi(N) - \frac{5}{8}\Phi\left(\frac{N}{25}\right).$$

Des formules analogues existent pour $x \equiv \pm 2 \pmod 5$, et aussi pour la fonction F_1, nombre des classes de l'ordre impropre, de discriminant donné.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur l'équilibre et les petits mouvements des systèmes soumis à des liaisons d'ordre quelconque.* Note de M. **Et. Delassus**, présentée par M. J. Hadamard.

1. Une liaison de première classe sera indépendante du temps quand les hypothèses suivantes seront réalisées :

1° La position du système dépend uniquement des valeurs des paramètres q;

2° t ne figure explicitement dans aucune des équations de la liaison;

3° Chaque équation du premier ordre de la liaison est homogène aux q';

4° Dans chaque équation du second ordre de la liaison, équation qui est linéaire aux q'', les coefficients des q'' sont homogènes aux q' et du même degré d'homogénéité, le terme indépendant des q'' est homogène aux q' et son degré d'homogénéité est de deux unités plus élevé que celui des coefficients des q''.

Les équations du mouvement sont les équations de la liaison auxquelles on adjoint l'équation de Dalembert généralisée

$$\Sigma(P + Q)\omega + \Sigma\lambda\varphi(\omega) = 0,$$

les φ étant les équations du second ordre de la liaison, réduites à leurs termes aux q''.

Désignons par $\psi(\omega)$ les fonctions φ où l'on introduit l'hypothèse que tous les q' sont nuls. Les équations d'équilibre sont les équations finies de la liaison et l'équation de Lagrange généralisée

$$\Sigma Q\omega + \Sigma\lambda\psi(\omega) = 0.$$

Il peut arriver que les fonctions ψ, ne provenant pas, par dérivation, d'équations finies de la liaison, soient identiquement nulles. Elles peuvent être toutes identiquement nulles, l'équilibre a lieu alors en tenant compte seulement des liaisons finies; on peut dire que c'est un *équilibre holonome*. On a ainsi la généralisation d'une remarque faite par M. Appell dans le cas de liaisons non linéaires du premier ordre.

Si $q_1 = \ldots = q_n = 0$ est une position d'équilibre, il existe des multiplicateurs μ satisfaisant à

$$\Sigma Q_0 \omega + \Sigma \mu \varphi_0(\omega) = 0,$$

l'indice zéro indiquant qu'on a annulé tous les q et les q'.

2. Pour l'équilibre les q sont nuls, mais non les λ qui sont alors les constantes μ.

Si l'on cherche à former les équations des petits mouvements au voisinage de la position d'équilibre $q_1 = \ldots = q_n = 0$, on est conduit à la règle suivante :

On considère la somme de Dalembert complétée

$$\Sigma(P+Q)\omega + \Sigma \mu \varphi(\omega),$$

on la suppose développée suivant les puissances croissantes des q, q', q'', on détermine les constantes μ de façon que le terme constant soit nul, puis on la réduit ainsi que toutes les équations de la liaison aux termes du premier degré du développement indiqué. Enfin, sur cette somme et cette liaison ainsi réduites, on applique, sous l'une quelconque de ses formes, le principe de Dalembert généralisé.

3. Si les ψ et tous les $\frac{\partial \psi}{\partial q'}$ sont identiquement nuls quand on y fait tous les q' égaux à zéro, les petits mouvements ne dépendront que de la partie finie de la liaison et, cela, pour toutes les positions d'équilibre.

4. Les équations du second ordre de la liaison réduite sont les équations

$$\varphi_0(q'') = 0, \qquad \ldots$$

linéaires homogènes et à coefficients constants. Elles peuvent s'intégrer deux fois en donnant

$$\varphi_0(q) = \alpha t + \beta, \qquad \ldots,$$

α et β étant deux constantes arbitraires, α étant nulle si φ_0 provient d'une

équation du premier ordre, α et β étant nulles toutes deux si φ_0 provient d'une équation finie. En tous cas la liaison réduite se compose uniquement d'équations finies, ce qui permet de dire : *Les petits mouvements d'un système à liaisons quelconques de première classe indépendantes du temps sont toujours holonomes.*

5. Ces relations finies permettent d'exprimer les q en fonction de paramètres indépendants p et du temps, ces fonctions étant linéaires à coefficients constants.

La somme de Dalembert complétée, réduite et mise sous la forme

$$\Sigma R \delta q$$

se transforme en

$$\Sigma S \delta p$$

et les petits mouvements seront donnés par les équations

$$S = 0, \qquad \ldots$$

aux inconnues p qui sont encore linéaires et à coefficients constants, mais possèdent des seconds membres, fonctions linéaires de t si la liaison réduite est du second ordre, constants si elle est du premier ordre et nuls si elle est finie.

6. Si la liaison réduite est effectivement du second ordre, on a une relation effective

$$\varphi_0(q) = \alpha t + \beta,$$

α n'étant pas nul, et les q contiennent des termes devenant infinis avec t, donc : *Les équilibres pour lesquels la liaison réduite est encore effectivement du second ordre sont certainement instables.*

Si la liaison réduite n'est que du premier ordre, mais qu'entre ses équations et celles fournies par la somme de Dalembert complétée et réduite on puisse éliminer les q et les q', on retrouvera ainsi une équation de la forme

$$\varphi_0(q'') = 0$$

et la même conséquence au point de vue de l'instabilité.

ÉLECTRICITÉ. — *Puissance intérieure et couple synchronisant des alternateurs synchrones travaillant sur réseau à potentiel constant ou en parallèle.* Note [1] de M. **André Blondel**, présentée par M. P. Villard.

La puissance intérieure de l'alternateur qui échange un courant efficace I, sous la tension efficace U et sous un décalage φ, avec le circuit extérieur [2], a pour expression, en appelant p les pertes par frottements, hystérésis et courants de Foucault : $P = UI\cos\varphi \pm rI^2 \pm p$. Le signe + se rapporte au cas de la génératrice, et le signe — au cas de la réceptrice. Le premier terme peut être calculé en multipliant deux à deux les composantes de la force électromotrice E_d et du courant I_d, dirigées suivant l'un des pôles, et que j'appellerai, pour simplifier, composantes *directes*, puis les composantes dirigées suivant l'axe perpendiculaire, E_t et I_t, que j'appellerai *transversales*. D'où, en désignant par ψ le décalage de I par rapport à l'axe des pôles,

$$UI\cos\varphi = E_d I_d + E_t I_t = E_d I\cos\psi + E_t I\sin\psi.$$

Lorsque l'alternateur est soumis à des oscillations de vitesse, propres ou forcées très petites, les variations des termes rI^2 et p sont des infiniment petits du second ordre ; on peut donc ramener le calcul de la variation dP sensiblement à celui de la variation du premier terme de P.

Or, tandis que le courant *utile* I et son décalage φ ne changent pas pendant les oscillations, tout décalage de l'induit en avance d'un angle $d\psi$ produit deux effets :

1° Il modifie les composantes directe et transversale du courant I par rapport à l'axe polaire ; la composante directe $I\cos\psi$ subit une variation

$$d(I\cos\psi) = -I\sin\psi\, d\psi;$$

la composante transversale $I\sin\psi$ subit de même une variation $I\cos\psi\, d\psi$;

2° Il fait tourner les composantes E_d et E_t de la force électromotrice du même angle $d\psi$. La rotation de la force électromotrice directe E_d équivaut à l'introduction d'une force électromotrice transversale $e_1 = E_d . d\psi$.

La force électromotrice transversale E_t induite par le courant direct

(1) Présentée dans la séance du 24 février 1913.

(2) Voir ma Communication des *Comptes rendus*, 17 février 1913, aux figures de laquelle le lecteur est prié de vouloir bien se reporter.

subit une variation $e_d = \frac{dE}{d\psi} d\psi = -\omega L_t I \sin\psi\, d\psi$ et produit en outre, par son déplacement angulaire $d\psi$, une force contre-électromotrice directe $-E_t\, d\psi = -\omega L_t I \cos\psi\, d\psi$.

Pour que la tension aux bornes U reste la même, il faut que ces forces électromotrices supplémentaires introduites par le décalage soient compensées par des courants supplémentaires prenant naissance dans l'induit; ces courants $\left(\text{en retard de } \frac{\pi}{2}\right)$ se calculent en divisant chacune d'elles par l'impédance correspondante, ou (comme la résistance est négligeable) par la réactance correspondante de même nom, que j'appelle respectivement ωL_t et ωL_d. On a ainsi un courant supplémentaire direct total

$$i_d = \frac{E_d\, d\psi}{\omega L_t} - I \sin\psi\, d\psi$$

et un courant supplémentaire transversal total

$$i_t = -\frac{\omega L_t I \cos\psi\, d\psi}{\omega L_d} + I \cos\psi\, d\psi.$$

En multipliant chaque courant supplémentaire par la force électromotrice de même phase, on obtient la variation totale de puissance

$$dP = E_d i_d + E_t i_t = E_d\, d\psi\left(\frac{E_d}{\omega L_t} - I \sin\psi\right) - \frac{\omega L_t}{\omega L_d}(\omega L_t - \omega L_d) I^2 \cos^2\psi\, d\psi.$$

Si l'on introduit la force électromotrice joubertique définie dans ma Communication précédente et dont l'expression est $E_j = E_d + \omega L_t I \sin\psi$, on obtient l'expression équivalente :

$$\frac{dP}{d\psi} = (E_j - \omega L_t I \sin\psi) \frac{E_j}{\omega L_t} - \frac{L_t}{L_d}(\omega L_t - \omega L_d) I^2 \cos^2\psi.$$

que j'avais donnée par une méthode moins rigoureuse dans une autre Communication antérieure (*Comptes rendus*, 28 mai 1912) avec cette seule différence que le second terme est multiplié par un facteur correctif $\frac{L_t}{L_d}$ (¹). Ce facteur se réduit à l'unité quand on a affaire à un alternateur suivant la loi de Joubert. Dans ce cas, l'expression de la variation se réduit, en appelant I_{cc} le courant de court circuit, à

$$\frac{dP}{d\psi} = E(I - I_{cc} \sin\psi).$$

(¹) On remarquera que $L_t - L_d$ ne diffère pas de $l_t - l_d$, car $L_t = l_t + s$ et $L_d = l_d + s$.

expression que j'avais donnée dans un travail plus ancien [1] pour les alternateurs suivant la loi de Joubert.

Dans les formules précédentes, le coefficient transversal L_t est supposé sensiblement constant (car il dépend surtout de l'entrefer), sauf corrections, s'il y a lieu de tenir compte de la situation de l'induit ou des pièces polaires. Le coefficient direct L_d, qu'on peut définir par la variation de force électromotrice intérieure $\mathcal{E}$, dépend des conditions de saturation du circuit magnétique total et n'est considéré ici que grâce à l'hypothèse de la *faible amplitude* des oscillations; on admet que, pendant ces dernières, les contre-ampères-tours de l'induit varient assez peu pour que le point N_1 se déplace sensiblement sur la tangente à la caractéristique ON_1 (voir *Comptes rendus*, 17 février, *fig.* 2). Soit $\tang\delta$ le coefficient angulaire de cette tangente, on a

$$L_d = \frac{d\mathcal{E}_1}{\omega\, dI} = \frac{KN}{\omega\sqrt{2}}\left(1 + \frac{\tang\alpha}{\tang\beta}\right)\tang\delta = \frac{kN^2}{2}\left(1 + \frac{\mathcal{P}_f}{\mathcal{P}_m}\right)\mathcal{P},$$

en appelant $\mathcal{P}$ la perméance du circuit magnétique principal (inducteur et induit en série), $\mathcal{P}_f$ la perméance du circuit de fuite des inducteurs, $\mathcal{P}_m$ la perméance des inducteurs seuls supposées seulement constantes, k le coefficient de chevauchement des spires induites.

La différence entre L_t et L_d, souvent importante dans les alternateurs saturés, justifie l'emploi des formules ci-dessus dans le calcul du couple synchronisant et dans les applications que j'en ai faites précédemment [2]. Ces formules peuvent expliquer les différences notables obtenues entre les résultats de l'expérience et ceux que donnent les formules déduites de la théorie de Joubert.

Elles expliquent aussi très simplement la différence des effets que produit le compoundage électrique de l'excitation, suivant la façon dont il est réalisé. Si le compoundage annule les deux réactions, directe et transversale, c'est-à-dire i_t et i_d, il n'y a plus d'effet correctif et le régime de l'alternateur est théoriquement indéterminé, si l'on n'a soin d'ajouter entre les bornes mêmes des alternateurs des conducteurs d'équilibre comme l'a imaginé M. Boucherot. Au contraire, si le compoundage compense seule-

---

(1) *Sur le couplage des alternateurs* (*Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, janvier, février et mars 1894).

(2) Cf. *Comptes rendus*, 28 mai 1912. Cette Note renferme quelques erreurs typographiques faciles à rectifier; notamment le facteur p a été omis au numérateur de l'expression θ.

ment la réaction sur la force électromotrice directe, le courant réactif i_t est seul annulé, le premier terme de dP, qui contient seulement i_d, subsiste et produit son effet correctif, sans nécessiter des connexions d'équilibre, ainsi que l'a vérifié l'expérience ([1]).

MICROGRAPHIE. — *Nouveau montage des préparations microscopiques permettant l'étude des deux faces aux plus forts grossissements et supprimant les procédés spéciaux d'emballage.* Note ([2]) de M. **Casimir Cépède**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les recherches microscopiques que j'ai poursuivies sur des matériaux divers, animaux et végétaux, m'ont fait désirer bien souvent de pouvoir observer les pièces montées au baume, à la gélatine glycérinée ou dans tout autre milieu permanent, sur les deux faces de la préparation à l'aide des plus forts grossissements.

Certains stades très importants du cycle évolutif d'un Protozoaire, les détails structuraux de certains Protophytes (Péridiniens, Diatomées, etc.) sont difficiles à définir à cause de l'épaisseur du matériel. L'examen à l'immersion ne porte en effet jusqu'ici que sur une face de la préparation, ce qui empêche l'étude complète de l'objet monté.

Mes études actuelles sur les Copépodes de la Mission Charcot, que m'ont si aimablement confiés MM. les professeurs Bouvier et Joubin, m'ont incité à rechercher un montage permettant d'observer les deux faces opposées d'un même objet aux plus forts grossissements sans en démonter la préparation et d'étudier les appendices si complexes de ces Crustacés en conservant les spécimens intacts.

Après de nombreux essais, j'ai pu enfin réaliser *d'une manière simple et avec une réelle économie de temps et d'argent ce nouveau montage microscopique.*

En voici la technique :

Nous supposerons vouloir monter un Copépode. La technique adéquate à chaque matériel est très aisée à trouver, car notre méthode est dans tous les cas d'une extraordinaire simplicité.

Les lames ordinaires sont perforées d'un trou circulaire dans leur région cen-

---

([1]) Cf. A. **Blondel**, *Sur le compoundage des alternateurs* (*Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 2e série, t. X, 5 janvier 1910).

([2]) Présentée à la séance du 24 février 1913.

trale (¹). Cet orifice est dans mon prototype de 19ᵐᵐ de diamètre. *Le bord supérieur est rodé obliquement*, de manière à avoir un diamètre extérieur de 23ᵐᵐ; sur la face opposée on donne un léger rodage de finissage (²). La lame ainsi préparée est prête au montage (³). On prend des lamelles rondes de 22ᵐᵐ qui sont toutes deux porte et

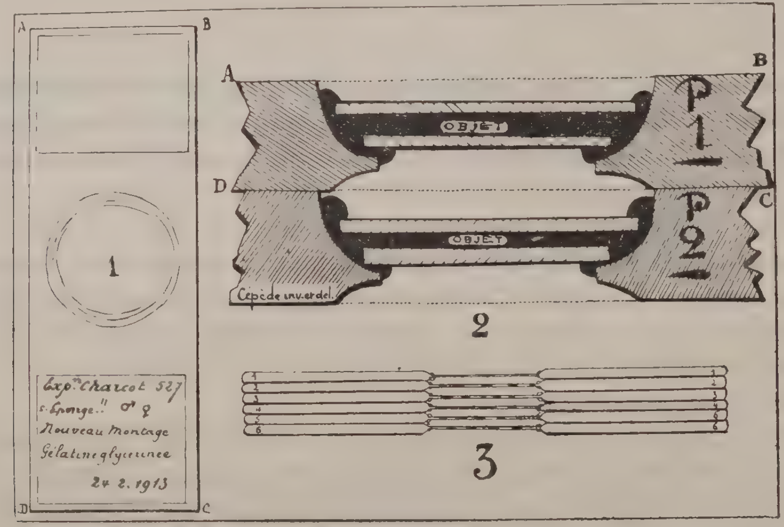


Fig. 1. — Lame ajourée et rodée (modèle courant), *grandeur naturelle*.

Fig. 2. — Figure grossie de deux préparations microscopiques p_1 et p_2 superposées montrant le détail du montage et ses avantages. Le milieu permanent est figuré en noir, les lamelles en hachuré lâche, les lames en hachuré plus serré.

Fig. 3. — Paquet de six préparations superposées : les objets sont en noir.

couvre-objets (⁴). La lame a la grande lumière en haut. 1° On met la lamelle dans la lumière; 2° on verse le milieu permanent (baume ou gélatine); 3° on place et oriente le Copépode sur sa face dorsale, tous les appendices aussi bien étalés que possible; 4° on place le couvre-objet sur lequel on presse très légèrement. Le baume ou la gélatine s'étale et vient servir de ciment unissant les lamelles à la lame ajourée. On laisse sécher comme à l'ordinaire et l'on a ainsi une préparation ABCD (⁵) (*fig.* 1).

(¹) Ou de deux orifices symétriques par rapport au milieu, si l'on veut faire des préparations doubles.

(²) Nous verrons plus loin que tous les formats de lames pouvant être employés, on peut avoir un diamètre quelconque pour l'orifice-lumière.

(³) Je remercie bien vivement MM. Gauthier et Bertin, opticiens spécialistes, qui ont très gracieusement exécuté mon prototype.

(⁴) On peut recouvrir l'objet avec une lamelle de plus petit diamètre; on réalise ainsi une nouvelle économie.

(⁵) Nous noterons en passant que la lame ajourée peut aussi bien être de l'ébonite, du celluloïd, ou tout autre corps rigide facilement travaillé. Le choix dépend du désir du micrographe.

L'examen de la figure 2 (ABCD) montre avec quelle facilité on étudiera aux plus forts grossissements les deux faces de la préparation (Protozoaires, coupe de tissus, Animaux invertébrés de petite taille), puisque de chaque côté ne s'interposent entre l'objet et l'objectif que la *lamelle ordinaire* et la mince couche de baume habituelle nécessaire au montage.

Les essais que nous avons faits démontrent avec quelle solidité le milieu (même la gélatine) fixe la préparation interlamellaire à la lame ajourée. Le baume solidifié est d'une dureté parfaite. La flexibilité des lamelles unies par le milieu de montage est telle qu'on ne risque plus soit d'écraser une préparation précieuse, soit d'abîmer la lentille frontale d'un objectif de grande valeur et de distance frontale très faible (1,5 Zeiss, par exemple).

Note additionnelle. — En plaçant une lamelle dans la lumière de la lame ajourée, orientée avec sa lumière la plus grande en haut, comme ci-dessus, et en la fixant sur le bord inférieur du rodage (diam. 19^{mm}) avec un peu de baume placé sur ce bord, on a un excellent petit aquarium qu'on peut utiliser sans le couvrir ou qu'on peut clore avec des lamelles de divers diamètres, de manière à augmenter la hauteur du liquide, selon les désirs de l'observateur. Pour cette dernière application de notre dispositif à lame ajourée et rodée, on peut augmenter à volonté l'épaisseur de la lame de verre employée. Ce dispositif rend notamment de sérieux services dans le triage microscopique des matériaux planktoniques ou benthiques.

Simplification de l'emballage des préparations. — Si nous étudions la figure ABCD (2) ou le prototype qui accompagne cette Note, nous constatons qu'un vide toujours considérable sépare la surface de chaque lamelle de la surface correspondante de la lame ajourée. On peut donc emballer très facilement les préparations obtenues par notre nouveau montage, en appliquant les préparations les unes contre les autres, comme les assiettes d'une pile et de maintenir les paquets formés soit en les plaçant dans des papiers ficelés, soit en unissant les lames d'une pile par un petit caoutchouc. L'emballage se fait ensuite comme celui de tous les objets fragiles, sans boîtes, cartons ou meubles spéciaux, toujours d'un emploi coûteux et souvent imparfait.

Conclusions. — Facilité d'étude aux plus forts grossissements des deux faces d'une même préparation microscopique, suppression des emballages spéciaux coûteux et imparfaits : tels sont les avantages du nouveau procédé de montage que nous avons imaginé et qui nous a rendu déjà de très importants services.

Nous aurons grand plaisir à apprendre que notre montage aura rendu à nos collègues la tâche de micrographe moins pénible en leur économisant un temps précieux et des dépenses désormais inutiles.

RADIOGRAPHIE. — *Une application nouvelle des rayons X : la microradiographie.* Note de M. PIERRE GOBY, présentée par M. Bouvier.

La méthode nouvelle d'emploi des rayons X que j'ai l'honneur de présenter sous le nom de *microradiographie* a pour but de rendre facilement et complètement observables dans leur structure interne les objets qui, tributaires du microscope par leur petitesse, lui échappent par leur opacité. Elle substitue au procédé des coupes, souvent lent et coûteux, toujours indirect et destructif, une véritable dissection optique, rapide et conservatrice,

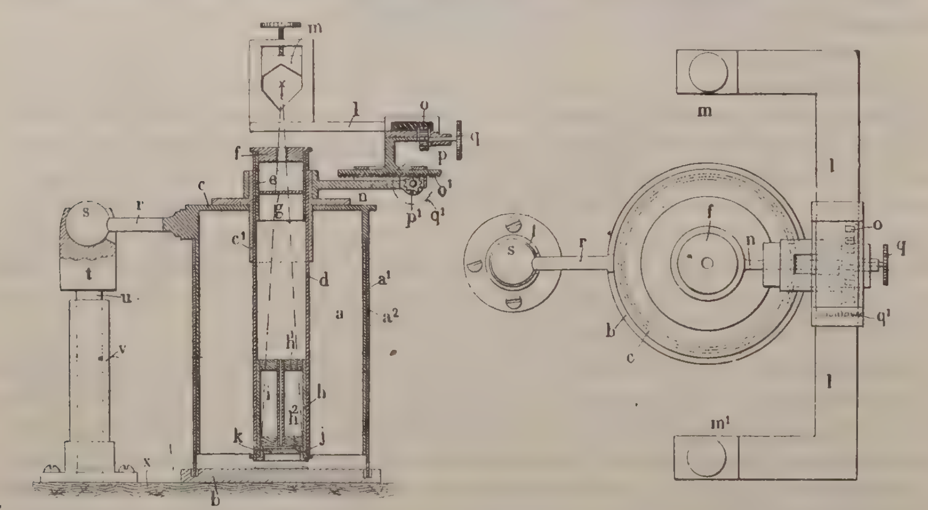


Fig. 1. — Coupe verticale. Fig. 2. — Détail du porte-ampoule.

décelant de telles finesses qu'il suffit d'agrandir le minuscule radiotype directement obtenu (voir *fig.* 3 à 5) pour pouvoir alors l'étudier à l'œil nu avec la même facilité qu'un macroradiogramme ordinaire.

La difficulté d'obtenir, par les rayons Rœntgen, une telle netteté a été surmontée au moyen de l'appareil de précision, qu'on voit *figure* 1, porté sur une colonne à tirage *u*, *v* et à genouillère *s*, qui permet de le dégager de la rainure circulaire de son socle *b*, pour le faire pivoter en position horizontale.

Deux larges cylindres en métal a^1, a^2, montés à coulisse, forment une chambre noire, de longueur variable à volonté, dont le fond *c* laisse passer, à travers une douille à glissière c^1, un tube axial *d* en métal, destiné à la suppression des rayons secondaires ou parasites et à la transmission du faisceau de rayons actifs que laisse

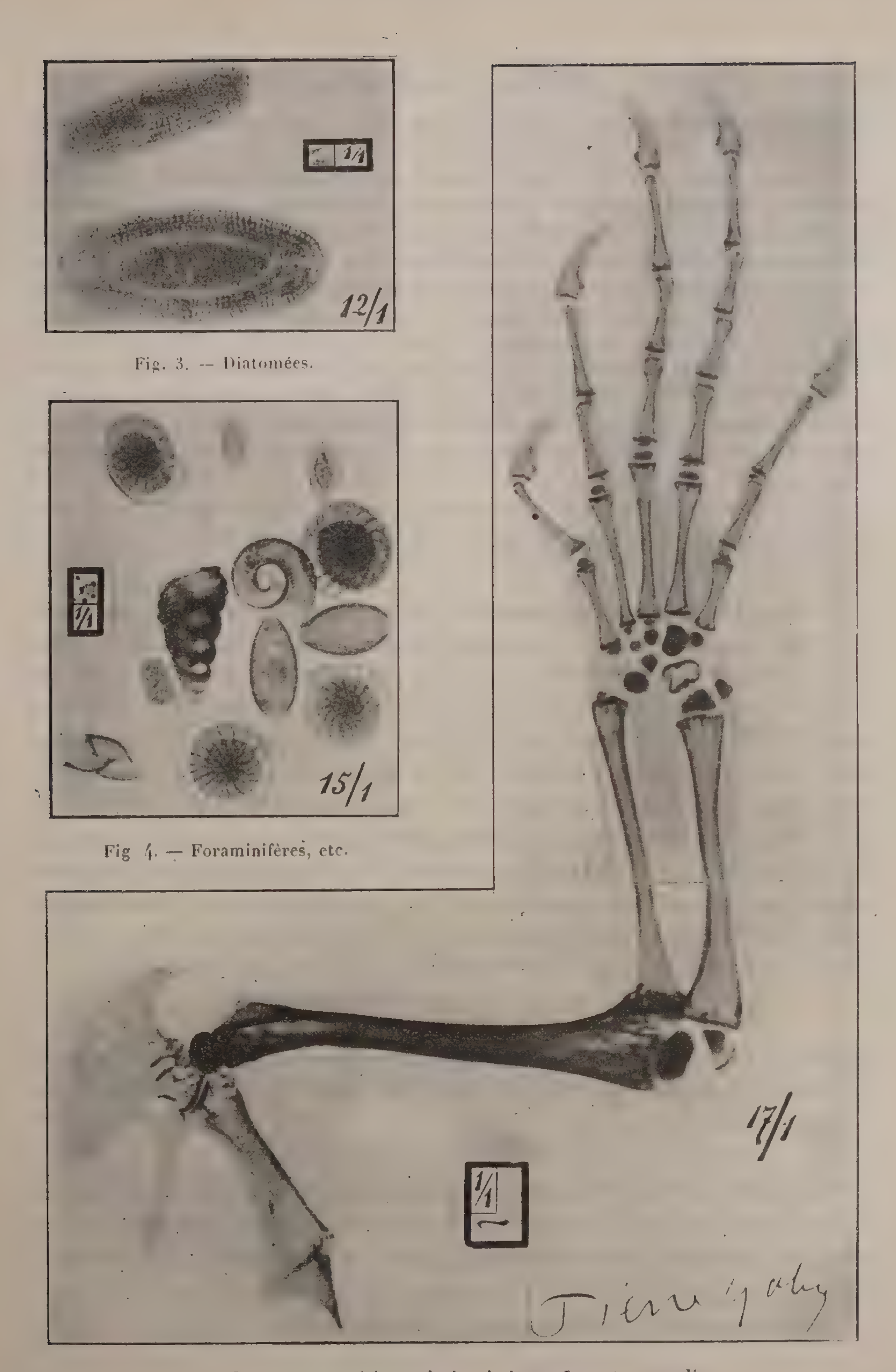


Fig. 3. — Diatomées.

Fig 4. — Foraminifères, etc.

Fig. 5. — Patte antérieure droite de jeune *Lacerta muralis*.

[Photogrammes de microradiotypes en *grandeur naturelle* ($\frac{1}{1}$) et agrandissements directs].

pénétrer l'épais diaphragme de plomb f, de très petit diamètre, tandis qu'un disque g, opaque aux seuls rayons lumineux, joue le rôle d'obturateur photographique.

A l'autre extrémité du tube d peut s'adapter un régulateur-indicateur d'incidence, constitué essentiellement par un très étroit tube métallique i, maintenu axialement par deux disques h^1, h^2, perméables aux rayons X, normal à un petit écran fluorescent j, qu'on peut examiner à travers un disque de verre au plomb k, destiné à protéger l'œil de l'opérateur, lorsque l'appareil est mis en position horizontale. Il est clair qu'il suffit alors d'agir sur le mécanisme o, p, q, qui permet de déplacer dans deux sens perpendiculaires le porte-ampoule l, pour amener le tube spécial de Rœntgen, serré entre les pinces isolantes m, m^1, dans une position telle qu'apparaisse au centre de l'écran, entourée d'un cercle noir, la petite tache lumineuse indiquant que le rayon central du faisceau va suivre dorénavant l'axe même du tube. On peut encore régler, d'après l'étendue de la zone illuminée de l'écran, l'amplitude désirée du champ radiographique, en rapprochant ou éloignant le tube d de la source irradiante, qu'il suffira de fixer définitivement, avec le porte-ampoule, solidaire de la chambre noire, pour n'avoir plus à recommencer ce réglage d'incidence, fait une fois pour toutes, et après lequel l'indicateur doit être mis de côté.

Si alors, à la lumière du laboratoire photographique, on place au centre de l'épais disque de plomb b, marqué d'une croix diamétrale, pour le repérage, la petite plaque sensible, choisie de préférence carrée et de grain très fin, puis qu'on pose au centre de celle-ci, en contact *direct* avec la couche sensibilisée, sans interposition de papier noir, le petit objet à radiographier, il ne restera qu'à rabattre sur sa rainure la chambre noire cylindrique, et à faire passer pendant un temps convenable les rayons appropriés d'une ampoule *à très petit focus*, pour aboutir, grâce à la normalité du faisceau incident et à la suppression de l'enveloppe de papier, la grande netteté qui permet de transformer en agrandissements considérables (*fig.* 3, 4, 5) les microradiotypes dont les épreuves photographiques ordinaires, en grandeur naturelle, sont données dans les petits cadres ($\frac{1}{1}$).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Phénomènes capillaires dans les gaz : extension de la formule de Laplace au contact solide-gaz.* Note de M. G. **Reboul**, présentée par M. Lippmann.

J'ai montré précédemment ([1]) que l'action chimique d'un gaz sur un solide dépend de la forme géométrique de ce dernier, et qu'elle est plus vive aux points où la courbure moyenne est plus grande. J'ai cherché à

([1]) *Comptes rendus*, 9 décembre 1912, 17 février 1913.

établir comment la quantité de sel formé dépend des rayons de courbure du solide.

I. Les expériences sont assez faciles à réaliser à cause de la transparence du composé qui se forme : les colorations de lames minces produites à la surface du corps attaqué renseignent sur l'épaisseur de la couche de sel et permettent ainsi sans difficulté le dosage relatif de quantités minimes du composé résultant de l'attaque du gaz sur le solide. Il suffit de prendre des corps de courbure différente, de les exposer dans les mêmes conditions à l'atmosphère réagissante et de déterminer ensuite, d'après la coloration de la lumière réfléchie, l'épaisseur relative de la couche de sel qui a été formée.

On prend une série de cylindres de diamètre différent, leur longueur est d'environ 6^{cm}, leurs extrémités ont été paraffinées ou étamées sur une longueur de 1^{cm} de manière à éviter les perturbations dues aux arêtes de la coupure; après l'attaque, chacun des cylindres présente une teinte uniforme.

Par exemple, avec une série de six cylindres de cuivre maintenus pendant 25 minutes à une pression de $0^{mm},6$, le caoutchouc vulcanisé étant la source d'émission du gaz actif, on obtient les résultats suivants :

Diamètre du cylindre (en millimètres)...........	1,5	1	0,78	0,55	0,35	0,23
Lumière réfléchie.........	rouge	violet	bleu	bleu pâle	vert jaunâtre	jaune
Épaisseur correspondante (unités arbitraires)......	250	280	300	340	400	450

Ces résultats vérifient assez bien une relation de la forme

$$a^q = \frac{b}{2R} + c, \qquad (1)$$

q épaisseur de la couche de sel formé, R rayon du cylindre; a, b, c sont des constantes qui, dans l'exemple précédent, prennent les valeurs $a = 1,003$, $b = 6,46$, $c = 18,09$. En substituant dans les deux membres de l'équation (1), on obtient les identités suivantes :

$$22,39 = 22,39 \qquad 24,67 = 24,55 \qquad 26,31 = 26,37$$
$$29,96 = 29,83 \qquad 36,30 = 36,49 \qquad 43,4 = 43,8$$

Étant donnée la grande difficulté qu'il y a à apprécier exactement les diverses teintes, la relation apparaît comme suffisamment vérifiée.

Plusieurs autres séries de cylindres dans des conditions de pression un peu différentes ont donné la vérification de la même formule avec des valeurs des constantes a, b, c légèrement différentes. La même vérification a été faite avec des cylindres d'argent attaqués, à la pression ordinaire, par des vapeurs d'iode.

La même formule s'est trouvée également vérifiée avec des solides en forme de cône : on mesurait le rayon de courbure en divers points de la surface conique et l'épaisseur de sel correspondante.

Dès que l'épaisseur de sel devient telle qu'on arrive aux colorations du troisième ordre, la vérification de la formule (1) devient mauvaise. Ce sont d'ailleurs les couleurs du premier et du deuxième ordre qu'on peut apprécier avec le plus de précision.

II. Si l'on fait l'hypothèse qu'il y a augmentation de la concentration gazeuse à la surface de séparation du métal et du gaz, il devient facile d'expliquer les résultats précédents et de montrer que la relation (1) est une conséquence de la formule que Laplace a donnée pour les phénomènes capillaires.

Soit q l'épaisseur de la couche de sel formé au temps t, par unité de surface la quantité du composé sera q. La vitesse $\frac{dq}{dt}$ de la réaction chimique est proportionnelle à la concentration Γ du gaz réagissant; en outre, cette vitesse diminue à mesure que l'épaisseur du composé formé augmente, puisque ce composé gêne le contact du solide et du gaz; admettons que cette diminution ait lieu suivant une loi exponentielle, on aura

$$\frac{dq}{dt} = k\frac{\Gamma}{a^q},$$

k pouvant d'ailleurs être une fonction quelconque de t. Pour une durée d'exposition toujours la même, t étant constant, l'épaisseur du sel formé sera donc liée à la concentration par une expression de la forme

$$a^q = k'\Gamma + c.$$

En comparant à la formule (1) que donne l'expérience, on voit que la concentration du gaz est liée à $\frac{1}{R}$ par une relation linéaire.

En chaque point de la surface de séparation d'un solide et d'un gaz, il y aurait une concentration de l'atmosphère gazeuse qui serait proportionnelle à la courbure de la surface du point considéré.

On exprimerait la même chose en disant *qu'il y a, en chaque point de la*

surface de séparation solide-gaz, un excès de pression proportionnel à la courbure moyenne : on retrouve ainsi la formule de Laplace.

Il semble donc y avoir au contact des solides et des gaz des actions de surface dont les lois seraient analogues à celles que révèle l'étude des phénomènes classiques de capillarité. Il me paraît intéressant de rapprocher de ces faits les phénomènes électrocapillaires dont j'ai montré l'existence au contact mercure-gaz ([1]) et qui ont un aspect analogue à celui des phénomènes électrocapillaires découverts par M. Lippmann.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Énergie absorbée et masse formée dans une réaction photochimique.* Note de M. **Marcel Boll**, présentée par M. A. Haller.

La mesure électrométrique de la conductivité d'une solution très étendue d'acide tétrachloroplatinique m'a permis à la fois de suivre l'évolution de cette solution, sous l'influence d'une radiation monochromatique ($\lambda = 2536$ U. A.) et d'évaluer l'énergie absorbée par une substance quelconque interposée sur le trajet des rayons ([2]) : on verse la solution d'acide chloroplatinique dans une cuve B, qui reçoit le rayonnement par en haut et au-dessus de laquelle on place une autre cuve A parallélépipédique, à fond de quartz, pouvant contenir divers absorbants.

Si, comme corps absorbant, on emploie une solution *de ce même acide tétrachloroplatinique*, la variation de conductivité de la cuve A fournit une mesure de la masse formée, et cette masse correspond à une certaine absorption de rayonnement, qui est liée à la variation de conductivité de la cuve B.

1° *Énergie absorbée.* — La cuve A contient une solution d'épaisseur l_1 et de concentration c. Désignons respectivement par W_0 et W_1 l'énergie rayonnante qui entre dans A et celle qui en sort. L'expérience a montré (*voir* les Tableaux ci-après) que l'énergie émergente W_1 est donnée par les lois de Lambert et de Beer, *même dans ce système qui réagit chimiquement,*

$$W_1 = W_0 e^{-\varkappa l_1 c}$$

($\varkappa$ désigne le coefficient d'absorption de l'acide tétrachloroplatinique); l'énergie absorbée par la cuve A est, par suite, égale à

$$W_a = W_0 - W_1 = W_0(1 - e^{-\varkappa l_1 c}). \quad (1)$$

([1]) *Comptes rendus*, janvier 1909.

([2]) Marcel Boll, *Relation entre la vitesse d'une réaction photochimique et l'énergie rayonnante incidente* (*Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 138).

2° *Masse formée.* — La réaction étant bimoléculaire totale ([1]), on a, en représentant par K son coefficient de vitesse,

$$\frac{dc}{dt} = -\mathrm{K}c^2.$$

Si nous considérons une couche de surface s ($s = 4^{\mathrm{cm}^2},8$) et d'épaisseur dl, située à une distance l de la surface libre, la masse d'acide d^2m détruite pendant le temps dt dans le volume $s\,dl$ est

$$d^2m = -dc\,s\,dl = \mathrm{K}c^2\,s\,dl\,dt.$$

Mais, comme je l'ai montré précédemment, le coefficient K est proportionnel à l'énergie incidente, c'est-à-dire à l'énergie

$$\mathrm{W} = \mathrm{W}_0 e^{-\varkappa l c}$$

qui tombe sur la couche dl, et il vient ([2])

$$d^2m = ks\mathrm{W}_0 c^2 e^{-\varkappa l c}\,dl\,dt, \tag{2}$$

où k est une constante qui est fonction de la fréquence du rayonnement et de l'affinité de la réaction, mais qui est indépendante de l'énergie incidente, de l'absorption et de la concentration.

Si l'expérience dure un temps assez court ($t = 180$ secondes, par exemple) pour que la concentration c ne varie pas de façon notable, la masse dm, détruite dans la couche dl au bout du temps t, est alors

$$dm = kst\mathrm{W}_0 c^2 e^{-\varkappa l c}\,dl,$$

et, en intégrant entre $l = 0$ et $l = l_1$, on trouve ([3])

$$m = \frac{kst\mathrm{W}_0}{\varkappa} c(1 - e^{-\varkappa l_1 c}) = \frac{kst}{\varkappa} c\mathrm{W}_a. \tag{3}$$

Cette masse est *à la fois* proportionnelle à l'énergie absorbée et à la concentration, grandeurs qui dépendent l'une de l'autre suivant la relation (1).

Les formules (1) et (3) peuvent être vérifiées expérimentalement. Toutes

---

([1]) Marcel Boll et Paul Job, *Cinétique photochimique des acides chloroplatiniques en solution très étendue* (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 881).

([2]) La loi élémentaire (2) m'a été indiquée par M. Paul Langevin.

([3]) En s'appuyant sur différentes hypothèses, Gros (*Zeitschrift für phys. Chem.*, t. XXXVII, 1901, p. 157) était parvenu par le calcul à cette conséquence que, quand une réaction est d'ordre n, la vitesse de la réaction doit être proportionnelle à c^{n-1}. Des essais de vérification expérimentale ont été tentés par Gros lui-même, puis par Goldberg (*Zeitschrift für wiss. Photogr.*, 1902) et d'autres, sans succès d'ailleurs, car on ne connaissait pas jusqu'à présent de réaction photochimique dont l'ordre fût nettement différent de l'unité.

les grandeurs ont été exprimées dans le système C.G.S., sauf l'énergie rayonnante, qui n'est connue qu'en valeur relative (on a posé $W_0 = 1$)

$$\begin{cases} W_a = 1 - e^{-1,46\times10^7 l_1 c}, \\ m = 31,6\, c\, W_a. \end{cases}$$

Les Tableaux suivants reproduisent les résultats obtenus [v_1 indique les volumes de solution versés dans la cuve A; la cuve B renferme toujours 1^{cm^3} d'acide tétrachloroplatinique dix-millinormal $\left(c = 10^{-7}\,\frac{\text{mol.-g.}}{\text{cm}^3}\right)$].

$l_1 = \text{const.} = 0,416$ cm.

c en $\frac{\text{mol.-g.}}{\text{cm}^3}$.	W_a obs.	W_a calc.	m en g. obs.	m en g. calc.
,2 $\times 10^{7}$	0,14	0,12	$0,7 \times 10^{-7}$	$0,7 \times 10^{-7}$
,5	0,30	0,26	5	4,5
,75	0,39	0,37	10	9
	0,46	0,45	15	14
,5	0,59	0,60	27	28
	0,72	0,71	44	44

$c = \text{const.} = 10^{-7}\,\frac{\text{mol.-g.}}{\text{cm}^3}$.

v_1 en cm³.	l_1 en cm.	W_a obs.	W_a calc.	m en g. obs.	m en g. calc.
0,5	0,104	0,17	0,21	$5,3 \times 10^{-7}$	6×10^{-7}
1	0,208	0,29	0,30	8,3	9
2	0,416	0,46	0,45	15	14
3	0,624	0,60	0,60	19	19
4	0,832	0,69	0,70	22	22
5	1,04	0,82	0,86	24	25
10	2,08	0,93	0,96	29	30

La forme de la relation (3) montre — et l'expérience vérifie — que, pour de faibles concentrations, la masse formée est très minime, quoique l'énergie absorbée soit relativement considérable : il n'y a donc pas proportionnalité entre ces deux grandeurs, contrairement à ce qu'avait affirmé Grotthus.

En résumé, les conclusions qu'il y a lieu de tirer de ce travail sont les suivantes :

1° *Même quand une substance absorbante est le siège d'une réaction chimique*, l'énergie émergente décroît suivant des fonctions exponentielles de l'épaisseur (Lambert) et de la concentration présente à chaque instant (Beer).

2° La loi élémentaire (2) et la formule (3), qui s'en déduit au début de la réaction, donnent la masse formée, au cours de cette réaction photochimique, en fonction de différents facteurs (énergie incidente, coefficient d'absorption, temps, concentration, surface, épaisseur).

3° Dans le cas d'une réaction *bimoléculaire*, la loi de l'absorption photochimique de Grotthus est en contradiction très nette avec l'expérience : il n'y a *nullement proportionnalité* entre la masse formée et l'énergie absorbée,

et l'on ne peut pas parler d'équivalence entre l'énergie rayonnante et l'énergie chimique (1). Il est vraisemblable que le rayonnement se borne à mettre les molécules (2) qu'il frappe dans un état particulier, à partir duquel elles sont capables de réagir chimiquement; et la réaction se poursuit alors suivant le hasard des rencontres moléculaires.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action des basses températures sur les explosifs.* Note de MM. **André Kling** et **D. Florentin**, présentée par M. Vieille.

Le maniement et l'ouverture des engins explosifs constituant des opérations fréquemment pratiquées par notre laboratoire (Laboratoire municipal de Paris), nous nous sommes proposé d'entreprendre une étude systématique des moyens propres à diminuer les dangers que comportent ces opérations; nous avons immédiatement pensé que, parmi ceux-ci, le refroidissement à très basse température devrait être l'un des plus efficaces.

Nous rappellerons, en effet, qu'un explosif est constitué par une combinaison ou par un mélange de substances susceptibles, sous l'influence de certaines causes perturbatrices, de passer en un *temps très court* d'un état initial instable à un état final plus stable, avec production de gaz ou de vapeurs portés à haute température.

Or, puisque les vitesses des réactions diminuent avec la température jusqu'à s'annuler, en général, à des températures suffisamment basses, même pour les réactions qui s'exercent entre éléments doués d'une grande affinité réciproque aux températures ordinaires, il nous a paru, *a priori*, que le refroidissement devrait être susceptible d'augmenter la stabilité des explosifs et de diminuer également la puissance de leurs effets.

Afin de vérifier l'exactitude de cette hypothèse, nous avons mesuré successivement la sensibilité, la force et la vitesse de détonation des divers explosifs, d'abord à la température ordinaire, puis aux environs de — 190° (azote liquide).

Dans toutes nos expériences, nous avons employé des détonateurs au fulminate pur, amorcés électriquement à l'aide d'une petite tête d'amorce

(1) Le *coefficient d'utilisation* (rapport de l'énergie chimique emmagasinée à l'énergie rayonnante absorbée) est proportionnel à la concentration.

(2) Ou les ions.

à fil de platine fin noyé dans une petite masse de fulminate pur (non comprimé).

Méthodes de mesures et résultats obtenus. — 1° *Action du refroidissement sur la sensibilité aux amorces.* — Les divers explosifs, sous des densités connues, étaient placés dans des tubes de verre de même longueur et disposés sur des plaques de plomb de façon à enregistrer la longueur ayant détoné.

Nom de l'explosif.	Densité moyenne.	Poids de fulminate nécessaire pour produire à coup sûr la détonation à la température ambiante.	à — 190°.
Fulminate	1,20	< 0g,25	1g
Dynamite-gomme	»	< 0g,25	1g
Coton-poudre ($C. P_1$)	0,40	0g,25	Ne détone pas avec 2g
Acide picrique	0,90	0g,25	Id.
Cheddite	1,00	0g,25	Id.

Ces résultats ont été obtenus en refroidissant simultanément l'explosif et le détonateur. Nous avons, en outre, cherché quel était l'action du refroidissement sur le détonateur seul, la cartouche étant à la température ambiante; avec la dynamite-gomme, on n'obtient pas de résultats concluants, mais, avec l'acide picrique, un détonateur refroidi de 0g,75 ne provoque pas encore la détonation, alors qu'un détonateur de 0g,25 chaud amène une détonation complète.

2° *Action du refroidissement sur la force des explosifs.* — La mesure de la force de l'explosif a été effectuée à l'aide de plombs de Trauzl; nous avons opéré sur 10g d'explosif (sauf dans le cas du coton-poudre) amorcé à l'aide d'un détonateur de 1g,5.

Nom de l'explosif.	Augmentation du volume de la cavité à la température ambiante.	à la température de l'azote liquide. Détonateur refroidi.		à la température de l'azote liquide. Détonateur non refroidi.	
	cm³				
Cheddite n° 2 (Vonges)	210	0	Ratés de détonation.	Raté de détonation.	
Acide picrique	360	0		160	Ratés partiels de détonation.
Coton-poudre	335	0		175	
Fulminate de mercure	140	140-145		140	

3° *Action du refroidissement sur les vitesses de détonation.* — Cette mesure a été faite à l'aide de l'élégante méthode de M. Dautriche ([1]). A cet effet, l'explosif était placé dans un tube de verre muni de deux tubulures dans lesquelles on engageait les détonateurs du circuit des vitesses, après refroidissement du tube ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, t. 143, p. 641, et t. 144, p. 1030.

([2]) Le détonateur d'excitation n'était pas refroidi.

Nom de l'explosif.	Densité moyenne.	Vitesse moyenne en mètres par seconde à la température ambiante.	à — 190° environ.
Fulminate	1,25	2250	2350
Cheddite n° 2	1,00	2365	2080
Acide picrique	1,01	4470	4750

Aux erreurs d'expériences près, la vitesse à la température ambiante et la vitesse à — 190° sont semblables.

A la température de — 90° (neige carbonique et acétone), les résultats sont analogues, mais beaucoup moins accentués, car l'abaissement de température agit d'autant plus qu'on s'approche davantage du zéro absolu.

Conclusions. — De nos expériences, il résulte que :

1° La sensibilité aux amorces des explosifs les plus divers est considérablement diminuée aux basses températures et l'action du refroidissement se fait sentir à la fois sur le détonateur et sur l'explosif lui-même ;

2° La force des explosifs refroidis, mesurée dans un plomb de Trauzl, ne paraît pas sensiblement diminuée du fait du refroidissement, à condition que l'amorçage soit assez puissant pour déterminer la déflagration totale de l'explosif (Tableau II, cas du fulminate de mercure) ;

3° Quand le régime de détonation est atteint, la propagation de l'onde explosive n'est pas influencée du fait du refroidissement.

Nous ajouterons que deux hypothèses peuvent être faites pour expliquer cette diminution de sensibilité des explosifs sous l'influence du refroidissement : ou bien celui-ci détermine une modification physique de l'explosif, d'où résulte un accroissement de son inertie vis-à-vis de l'onde produite par le détonateur ; ou bien la quantité de chaleur apportée par ce dernier, nécessaire pour élever les premières tranches de l'explosif de la température ordinaire à celle pour laquelle s'établit le régime de détonation, devient insuffisante quand, l'explosif étant fortement refroidi, l'écart entre la température initiale et la température minima de déflagration s'est accrue dans de notables proportions.

Des expériences actuellement en cours nous permettront vraisemblablement de nous prononcer en faveur de l'une ou de l'autre de ces hypothèses.

PHOTOCHIMIE. — *Étude de l'absorption des rayons ultraviolets par l'acétylène.* Note de MM. **Victor Henri** et **Marc Landau**, présentée par M. Dastre.

L'étude de l'absorption des rayons ultraviolets par les gaz présente un grand intérêt pour l'analyse des réactions photochimiques, pour l'étude des relations avec les spectres d'émission des gaz, et pour la comparaison de l'absorption par les mêmes corps en solution et à l'état gazeux. Nous avons entrepris l'étude de l'absorption par les gaz CH^4, C^2H^6, C^2H^4, C^2H^2, CO et CO^2. Pour les carbures d'hydrogène, on n'a étudié jusqu'ici que l'absorption dans l'infra-rouge (Tyndall, Ångström, Coblentz, Baccei, v. Bahr).

Étant donné que les spectres d'émission des gaz sont constitués par des séries de bandes dont les lois de distribution ont été établies par Deslandres, il est indispensable d'étudier l'absorption par les gaz avec une source lumineuse qui donne un spectre continu. Konen, Grebe, Mies et d'autres élèves de Kayser ont montré que l'étincelle condensée d'aluminium produite dans l'eau donne un spectre continu dans l'ultraviolet; mais une telle étincelle est très petite et très peu lumineuse, de sorte que les durées de pose doivent être de 1 demi-heure à 1 heure.

Nous avons trouvé que si, au lieu de prendre une étincelle condensée, on prend une étincelle de haute fréquence entre deux électrodes d'aluminium plongées dans l'eau, on obtient une source très lumineuse qui donne un spectre continu uniforme dans tout l'ultraviolet jusqu'à 2150, la durée de pose étant seulement de 30 secondes à 2-3 minutes.

Nous présentons maintenant les résultats seulement pour l'acétylène pur, étudié : 1° gazeuse à la température ordinaire, à des pressions de 1 à $\frac{1}{10}$ d'atmosphère et sous une épaisseur de 40^{cm}; 2° en solution alcoolique.

Résultats. — Le spectre d'absorption ultraviolet de l'acétylène gazeux est un spectre cannelé qui possède un grand nombre de bandes, depuis 3157 jusqu'à 2236,4. Ces bandes sont plus ou moins nettes suivant les régions. Beaucoup de ces bandes examinées à un fort grossissement sont résolubles en des séries de bandes très fines, distantes entre elles de moins de un Angström.

En étudiant la distribution de ces bandes, on arrive à distinguer trois groupes :

I. Le *premier groupe*, le plus net, s'étend de 3157 à 2880 environ; les bandes de ce groupe sont dégradées vers le rouge et ont un bord net du côté ultraviolet. Les têtes de bandes peuvent être bien repérées; les différences des nombres de vibrations qui correspondent aux têtes de bandes sont constantes; la valeur moyenne de $\Delta\frac{1}{\lambda}$ est égale à 23. Le Tableau I donne la liste de ces têtes de bandes.

TABLEAU I.

λ.	$\frac{1}{\lambda}$.	$\Delta\frac{1}{\lambda}$.	λ.	$\frac{1}{\lambda}$.	$\Delta\frac{1}{\lambda}$.	λ.	$\frac{1}{\lambda}$.	$\Delta\frac{1}{\lambda}$.
					22			23
3157	3168		3041,8	3287		2937,5	3405	
					23			23
3129,5	3196		3020,7	3310		2917,1	3428	
		24			26			23
3105,7	3220		2998	3336		2898,0	3451	
		23			23			24
3084,2	3243		2977,4	3359		2877,7	3475	
		22			23			
3063,5	3265		2957,47	3382				

II. Vers 2960 commencent à apparaître entre les bandes du premier groupe des bandes d'abord très faibles, à bords effacés; elles deviennent ensuite de plus en plus nettes et plus rapprochées; entre 2800 et 2500 on a un grand nombre de bandes diverses : les unes à bords effacés, les autres à bord ultraviolet net; il est très probable qu'on a dans cet ensemble plusieurs groupes de bandes enchevêtrés les uns dans les autres, de sorte que l'analyse en est difficile. Le Tableau II contient les longueurs d'onde de ces diverses bandes.

TABLEAU II.

2960,0	2881,4	2816,0	2763,0	2717,0	2678,0	2630,4	2572,0
2939,0	2879,7	2812,0	2756,3	2713,0	2668,8	2623,5	2558,0
2920,0	2865,5	2808,3	2753,0	2710,2	2662,8	2618,0	2552,2
2904,2	2850,0	2801,0	2750,0	2705,3	2659,4	2612,0	2538,0
2900,2	2846,7	2796,0	2744,3	2698,3	2653,0	2606,3	2522,0
2896,5	2843,0	2788,0	2733,0	2691,8	2645,8	2601,0	2510,0
2888,8	2830,6	2776,4	2725,0	2684,6	2642,0	2589,4	2501,0
2883,3	2823,4	2770,6	2721,0	2682,6	2635,7	2580,7	2495,4

Entre 2500 et 2327,5 l'acétylène gazeux sous l'épaisseur de 40^{cm} n'absorbe pas sensiblement.

III. Vers 2327,5 commence un *troisième groupe* de bandes qui s'étend jusqu'à 2236,4; ce sont des bandes à bord ultraviolet très net, résolubles en séries de bandes extrêmement fines; les différences de fréquence correspondant aux têtes de ces bandes croissent d'une façon régulière, ainsi que l'indique le Tableau III.

Tableau III.

λ.	$\frac{1}{\lambda}$.	$\Delta\frac{1}{\lambda}$.	λ.	$\frac{1}{\lambda}$.	$\Delta\frac{1}{\lambda}$.	λ.	$\frac{1}{\lambda}$.	$\Delta\frac{1}{\lambda}$.
2327,5	4297,0		2308,0	4333	19	2256,0	4433	41
2324,5	4303,0	6	2296,0	4355	22	2236,4	4472	39
2318,2	4314,0	11	2276,8	4392	37			

IV. *Solutions de* C^2H^2. — L'étude de l'absorption par des solutions alcooliques d'acétylène montre que ces solutions présentent une seule bande d'absorption très large, commençant environ à 2850 et ayant un maximum vers 2631. Voici, en effet, les valeurs des coefficients d'absorption moléculaires ε calculés d'après la formule $J = J_0 . 10^{-\varepsilon c d}$:

λ...	2813	2782	2775	2752	2720	2703	2693	2684	2631	2620
ε...	0,99	1,89	2,52	3,51	4,86	6,3	7,29	8,73	12,15 max.	$<$12,15

Il est intéressant de noter que l'absorption de l'ultraviolet par l'acétylène et, comme nous le verrons prochainement aussi, par d'autres carbures d'hydrogène, commence à peu près dans la région qui termine l'ultraviolet du spectre solaire (3000 Å). Ce fait pourrait servir de base à l'hypothèse sur la présence de carbures d'hydrogène dans l'atmosphère du Soleil.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les points critiques du fer.* Note [1] de M. **Witold Broniewski**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

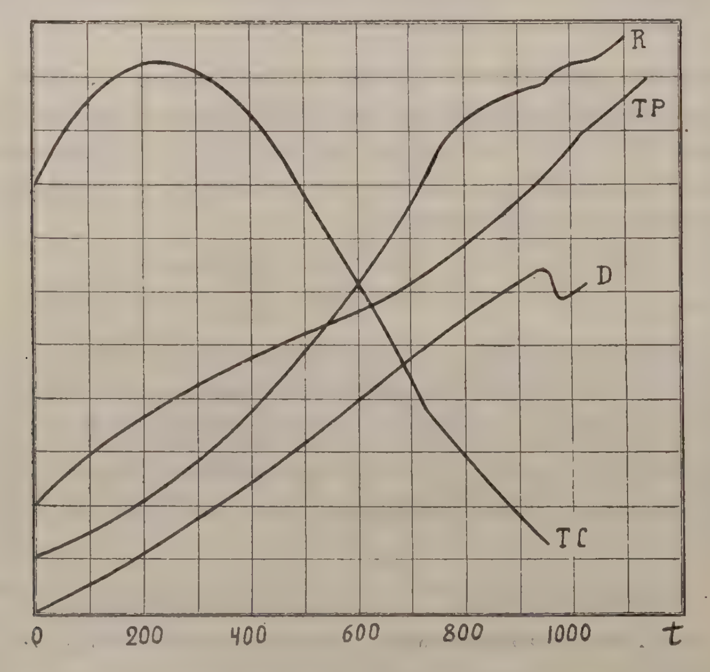
Des travaux nombreux ont été effectués sur les points critiques du fer, mais presque toujours sur des échantillons industriels insuffisamment purs et distincts pour chaque étude, ce qui rendait les résultats peu comparables.

J'ai donc cru utile de reprendre l'étude de quelques propriétés physiques du fer pur par l'enregistrement automatique plus sensible que l'étude par points.

(1) Présentée dans la séance du 17 février 1913.

Le fer électrolytique dont je me suis servi a été mis gràcieusement à ma disposition par M. A. Boucher, que je suis heureux de remercier ici. Des échantillons de 5^mm de diamètre et d'une longueur allant jusqu'à 0^m,80, taillés dans les plaques, ont été recuits pendant une dizaine d'heures au-dessus de 1000°. L'échauffement pendant les expériences se faisait par un four à résistance électrique en 1 heure environ dans l'hydrogène dont l'absorption par le fer est négligeable dans ces conditions (Charpy et Bonnerot, 1913). La température était indiquée par un couple platine-platine rhodié placé à l'intérieur de l'échantillon. L'étude a été faite à l'aide d'un enregistreur photographique de MM. Le Chatelier et Broniewski [1].

La figure suivante indique les courbes d'échauffement obtenues pour la



force thermo-électrique par rapport au cuivre (TC) et par rapport au platine (TP), la courbe de la résistance électrique (R) et la courbe de dilatation (D) du fer.

Thermo-électricité. — La courbe de la force thermo-électrique du fer par rapport au cuivre (0,5 millivolt par division) nous montre un point critique à 730°. La courbe de la force thermo-électrique par rapport au platine permet d'atteindre des températures plus hautes, mais à une échelle plus réduite (2 millivolts par division);

---

[1] H. Le Chatelier et W. Broniewski, *Revue de Métallurgie*, t. IX, 1912, p. 133.

elle montre un point critique à 1020°. M. Harrison (1902) et M. Belloc (1903) n'ont pas trouvé de discontinuité dans la courbe de la force thermo-électrique du fer, mais indiquent qu'un maximum de la courbe du pouvoir thermo-électrique pourrait correspondre à un point critique aux environs de 800°.

Résistance électrique. — La courbe de la résistance électrique du fer (une division correspond à la résistance électrique à 0°) manifeste entre 750° et 850° un changement de direction parfaitement continu qu'il serait difficile d'assimiler à un point critique. Une discontinuité dans l'allure de la courbe se montre à 950° et à 1020° avec un changement de direction entre ces deux températures. La continuité du premier changement de direction avait déjà été remarquée par M. Morris (1897) et M. Harrison (1902); la discontinuité à 950° et à 1020° n'avait pas encore été signalée.

Dilatation. — La courbe de dilatation (une division correspond à 0,002 de la longueur de l'échantillon à 0°) présente aux environs de 950° un maximum suivi d'une contraction. L'ampleur de cette contraction paraît dépendre assez sensiblement des conditions d'échauffement, comme l'avait déjà fait remarquer M. H. Le Chatelier (1899). MM. Charpy et Grenet placent la contraction du fer à 0,03 pour 100 de carbone entre 860° et 890°.

Points thermiques. — La courbe de refroidissement accuse un arrêt à 890° et un changement de direction très faible aux environs de 700°. Si nous considérons que le point critique placé à 950° sur la courbe d'échauffement de la résistance électrique du fer se déplace sur la courbe de refroidissement à 890°, nous pouvons par analogie supposer que l'absorption de la chaleur se fait pendant l'échauffement aux environs de 950°.

Ces résultats peuvent être expliqués en partie par l'hypothèse émise récemment par M. Benedicks (1912), que le fer β d'Osmond est constitué par une solution solide du fer γ dans le fer α. Le changement continu de direction de la courbe de la résistance électrique correspond alors au maximum de la solution solide.

Cette forme prendrait, en effet, un diagramme de la résistance spécifique en fonction de la composition de deux constituants formant entre eux une solution solide continue, si l'un des constituants était pris à une température suffisamment supérieure à celle de l'autre constituant et les alliages à des températures intermédiaires.

L'hypothèse de M. Benedicks n'est plus suffisante pour expliquer le point critique à 1020° et nous devons admettre l'existence d'une nouvelle solution solide pour interpréter le changement de direction de la courbe de la résistance électrique entre 950° et 1020°.

Le fer α serait ainsi stable au-dessous de 730° où commence sa dissociation (point critique sur la courbe de la force thermo-électrique, commencement de la transformation magnétique). Un fer β' serait stable à 950°

(points critiques sur les courbes de la résistance électrique et de la dilatation, point thermique, fin de la transformation magnétique).

Le fer γ serait stable au-dessus de 1020° (points critiques sur les courbes de la résistance électrique et de la force thermo-électrique).

Entre 730° et 950° on aurait la solution solide continue du fer α avec le fer β′; entre 950° et 1020°, la solution solide du fer β′ avec le fer γ.

Ces hypothèses rendent bien compte des résultats de nos expériences, mais ne pourraient être admises comme définitives que confirmées plus amplement, surtout par une étude analogue des aciers au carbone.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés d'un fer électrolytique industriel.* Note [1] de MM. **L. Guillet** et **A. Portevin**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La présentation d'une Note de M. Broniewski (voir ci-dessus) nous incite à communiquer de suite à l'Académie les résultats que nous possédions depuis quelque temps sur les propriétés du fer électrolytique, et dont la publication n'a été différée qu'en raison d'essais en cours, notamment au point de vue des gaz occlus.

L'un de nous s'occupe d'ailleurs depuis quelque temps de la fabrication industrielle du fer sur lequel ces essais ont été faits.

L'échantillon utilisé a pour composition [2]:

C = indosable; Mn = 0; Si = 0; S = 0; P = 0,025; As = 0,011.

Au sortir de l'électrolyte, le métal sursaturé d'hydrogène est extrêmement fragile. Il présente alors une dureté à la bille de 140 (bille de 10^{mm}; pression de 3000^{kg}), et l'examen micrographique montre un aspect tout à fait caractéristique (*fig.* 1).

Après un recuit de 2 heures à 900° dans la magnésie, la dureté, déterminée dans les mêmes conditions, a été de 90 et la structure micrographique est devenue normale (*fig.* 2).

Points critiques. — La détermination des points critiques faite au galvanomètre double Saladin-Le Chatelier nous a donné les résultats suivants :

---

(1) Reçue dans la séance du 24 février 1913.

(2) Il est à noter que les améliorations apportées dans la fabrication ont conduit récemment à l'obtention d'un métal à teneur en phosphore beaucoup plus faible.

	Échauffement.		Refroidissement.	
Métal brut................	791°	937°	902°	778°
Métal recuit...............	788°	932°	902°	778°

La présence des gaz n'influerait donc pas dans le cas qui nous occupe sur la position des points de transformation. De plus, sur métal brut on remarque, à des températures d'ailleurs variables avec les échantillons,

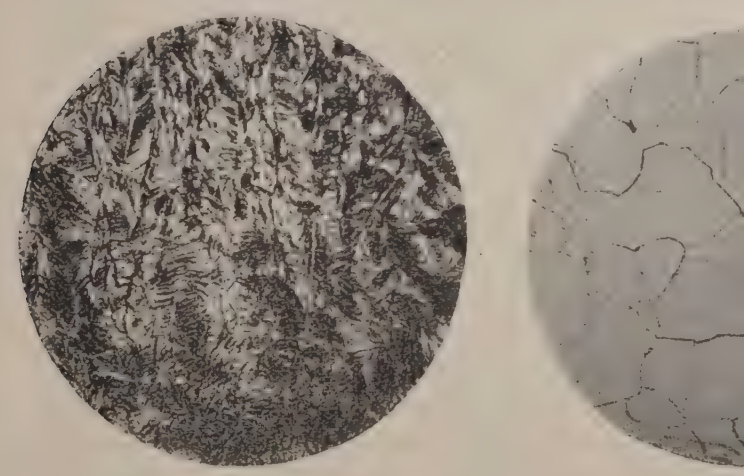


Fig. 1. — Attaque au réactif de Benedicks ($\times$ 250).

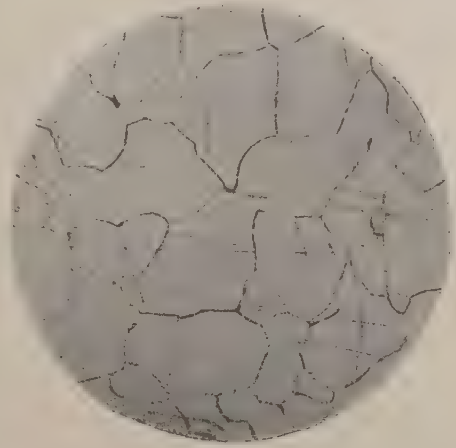


Fig. 2. — Attaque au réactif de Benedicks ($\times$ 250).

notamment à 530° et à 690°, des absorptions de chaleur à l'échauffement que l'on ne retrouve pas au refroidissement. Après un premier chauffage, ces points disparaissent et semblent donc bien dus à l'influence des gaz dissous, comme l'avait déjà signalé Roberts Austen ([1]). Comme le montre l'une des courbes obtenues (*fig.* 3, échantillon recuit), le point de transformation le plus élevé (A_3) est marqué par une variation thermique rapide, alors que le point de transformation A_2 correspond, surtout au refroidissement, à une variation thermique progressive. Si l'on adopte la manière de voir de Benedicks ([2]), cela indiquerait une solution mutuelle au moins limitée des deux variétés allotropiques α et β du fer et probablement même une solubilité mutuelle en toutes proportions.

([1]) Roberts Austen (*Cinquième Rapport du Comité des Alliages de l'Inst. of Mech. Eng.*, 1899) signale particulièrement des points à 475° et 766° disparaissant après des chauffages répétés.

([2]) Benedicks, *Huitième Congrès international de Chimie appliquée*, New-York, septembre 1912.

La moyenne des déterminations faites, au pont de Thomson, sur quatre barreaux de fer électrolytique tournés de $5^{mm},70$ de diamètre et 120^{mm} de longueur, après recuit dans les conditions déjà indiquées, a donné 10,22 microhms par centimètre cube; la présence de 0,025 pour 100 de soufre et 0,011 pour 100 d'arsenic conduit à corriger ce chiffre de 0,24 $\mu\omega : cm^3$ d'après Benedicks, ce qui le ramène à 9,98.

Or Lorenz (1) donne, comme valeur de la conductibilité spécifique,



Fig. 3.

$10,37 \times 10^4$ à 0° et $6,63 \times 10^4$ à 100°, ce qui conduit par interpolation à $9,64 \times 10^4$ à 20°, soit une résistivité de 10,37 $\mu\omega : cm^3$.

Kohlrausch (2) donne 9 $\mu\omega : cm^3$ et Preece (2) 9,73 $\mu\omega : cm^3$, alors que Benedicks admet par extrapolation 7,6 $\mu\omega : cm^3$ à 16° attribuant les résultats trop élevés des deux derniers observateurs à la présence de 0,004 à 0,007 pour 100 en poids d'hydrogène.

En admettant le chiffre de Benedicks comme vrai et son interprétation comme applicable également au cas qui nous occupe, cela conduirait à supposer la présence de 0,008 pour 100 d'hydrogène en poids en solution solide dans le fer de nos échantillons.

---

(1) Landolt-Bornstein, *Tabellen*, 1905, p. 716.

(2) D'après Benedicks, *Thèse*, *Upsala*, 1904, p. 116 et 106.

Des déterminations analogues faites sur des barrettes rectangulaires non recuites de $5^{mm},1 \times 6^{mm},1$ de section (la fragilité du métal n'ayant pas permis de le travailler au tour sous un faible diamètre) et une longueur de 120^{mm} ont conduit au chiffre de 12,16 $\mu\omega : cm^3$ à 20°. Ce chiffre, ramené à 11,92 pour tenir compte du phosphore et de l'arsenic, est supérieur de 1,94 $\mu\omega : cm^3$ au chiffre du fer recuit; en supposant encore cet écart dû à l'hydrogène en solution solide, il correspondrait à 0,006 pour 100 d'hydrogène en poids.

Nous poursuivons nos recherches pour préciser d'un côté les propriétés mécaniques et chimiques du métal brut et du métal recuit dans diverses conditions et d'un autre côté la nature des gaz contenus et la part revenant tant à ces gaz qu'à l'écrouissage dans les propriétés du métal brut.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude du système : sulfure d'antimoine, sulfure de plomb.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. E. Bouty.

Le sulfure d'antimoine et le sulfure de plomb se rencontrent assez souvent associés dans la nature; ils forment alors certains minéraux comme la zinckénite, la jamesonite, la boulangérite. Ces composés peuvent-ils prendre naissance par union directe des deux sulfures préalablement fondus? C'est la question que nous avons essayé de résoudre par l'étude de la fusibilité et par l'examen métallographique des mélanges de sulfure d'antimoine et de sulfure de plomb.

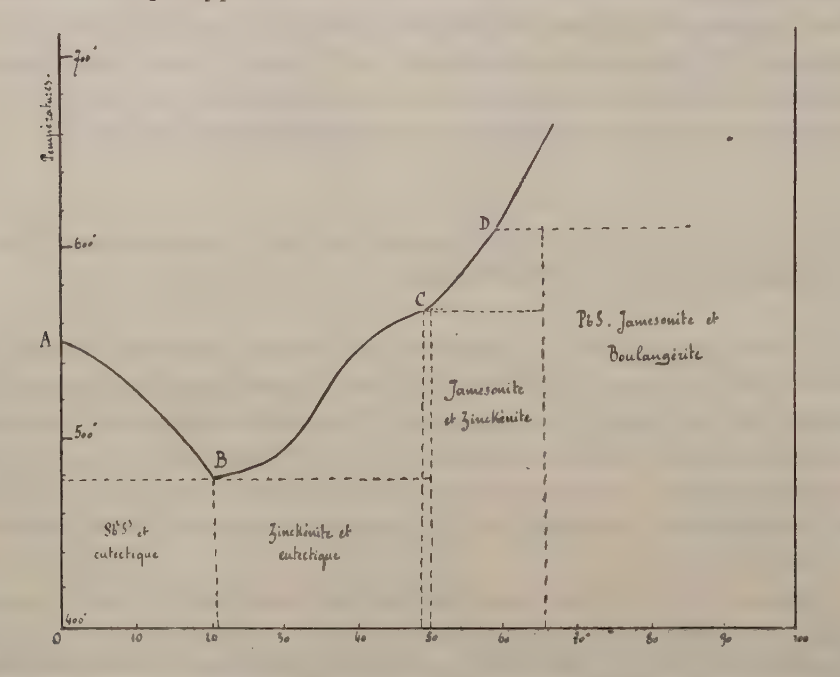
Le liquidus de ce système comprend d'abord une ligne AB qui, partant du point de fusion du sulfure d'antimoine, 550°, aboutit à un eutectique qui renferme à peu près 22^{mol} de sulfure de plomb pour 78^{mol} de sulfure d'antimoine et qui se solidifie à 482°. A l'aide du microscope de M. Le Chatelier, on peut constater que les mixtes qui correspondent à cette ligne AB laissent déposer, en se solidifiant, d'abord des cristaux volumineux de sulfure Sb^2S^3, puis le mélange eutectique.

La ligne de fusibilité comprend ensuite l'arc de courbe BC qui, au point C, est presque tangent à une parallèle à l'axe des abscisses. La température de solidification commençante du mélange correspondant est 568°.

L'examen métallographique des mixtes qui se rapportent à la ligne BC permet de constater l'existence de deux corps d'aspects nettement différents, surtout si l'on a soin d'attaquer faiblement la surface polie par l'acide azotique. D'une part on aperçoit l'eutectique B, d'autre part de volumineux

cristaux orthorhombiques qui apparaissent plus sombres et qui possèdent les mêmes angles que la zinckénite Sb^2S^3PbS. Le point C ne correspond pas exactement au mélange équimoléculaire, mais à un mixte un peu plus pauvre en sulfure de plomb. Ce point est donc un point de transition. Aux températures supérieures à 568°, la zinckénite n'existe plus.

Le liquidus se continue ensuite par l'arc de courbe CD. Les mélanges correspondants solidifiés renferment un nouveau constituant formé de très petits cristaux qui apparaissent brillants sur le fond sombre de la zinckénite



(toujours après attaque de la surface polie par l'acide azotique). Ces cristaux, que l'on ne distingue nettement qu'avec un fort grossissement, sont des prismes orthorhombiques dont la section est un losange peu différent d'un carré; on peut les identifier avec les cristaux de jamesonite $Sb^2S^3, 2PbS$ qui sont des prismes rhombiques dont l'angle mesure 101°.

Le point D est un nouveau point de transition qui correspond à peu près au mélange $2Sb^2S^3 + 3PbS$. Le point de solidification commençante de ce mixte est 610°, son point de solidification finissante 568°. Au-dessus de 610°, la jamesonite n'existe plus.

Les courbes de refroidissement des mélanges, plus riches en sulfure de plomb que le mélange $2Sb^2S^3 + 3PbS$, présentent toutes un palier très

net à 610°; un second palier moins accentué se produit à 568°, il n'est plus observable quand on atteint le mixte Sb^2S^3, $2PbS$; ce fait confirme l'existence de la jamesonite.

Enfin, les mélanges dont la teneur en sulfure de plomb est encore plus forte paraissent au microscope absolument hétérogènes. On y découvre encore des cristaux de jamesonite, des cristaux volumineux de sulfure de plomb qui sont surtout nombreux à l'extrémité du culot qui occupait le fond du tube pendant la solidification du liquide ; enfin on aperçoit de nouveaux cristaux excessivement nets, ce sont des aiguilles réunies en croix. Il se peut que ces cristaux soient formés de la boulangérite $2Sb^2S^3$, $5PbS$, mais nous ne pouvons l'affirmer.

Nous n'avons pas pu déterminer le liquidus jusqu'au point de fusion du sulfure de plomb, 1015°. Même avec des masses de mélanges supérieures à 30^g, le point de solidification commençante n'a jamais été mis nettement en évidence par la courbe de refroidissement; en revanche, le palier correspondant à 610° a toujours été très net.

En résumé, les composés de sulfure de plomb et de sulfure d'antimoine ne sont pas mis en évidence par des maxima de la température de solidification commençante parce qu'ils fondent en se décomposant, mais on peut les déceler grâce à l'existence de points de transition dans le liquidus et aussi à l'aide du microscope. La *zinckénite* Sb^2S^3PbS et la *jamesonite* Sb^2S^3, $2PbS$ sont de cette manière nettement décelées.

PHOTOCHIMIE. — *Sur un actinomètre à lévulose pour les rayons ultraviolets; influence de la concentration sur la vitesse de réaction photochimique.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

L'importance croissante prise en photochimie et en physiologie par les rayons ultraviolets nous a engagés à chercher un nouvel actinomètre mieux adapté à leur étude que les instruments actuels qui s'appliquent surtout au spectre visible.

Le choix d'une réaction actinométrique et l'interprétation correcte des nombres observés sont toujours délicats.

Précisons ces points en prenant comme exemple un actinomètre à solution aqueuse d'acétone. Sous l'influence de l'ultraviolet initial (ou solaire) il s'y forme, comme l'a reconnu M. Ciamician, de l'acide acétique,

qu'on peut titrer par les réactifs colorés ou les conductibilités électriques. D'autre part, nous avons constaté que l'acide acétique n'est pas attaqué par l'ultraviolet initial, mais l'est d'une manière croissante par l'ultraviolet de plus courte longueur d'onde. Si donc on expose un tel actinomètre à des vibrations monochromatiques de plus en plus rapides, l'acidité croîtra, passera par un maximum, puis décroîtra. Il en serait de même si l'on faisait agir successivement le rayonnement global de sources de températures croissantes et, par suite, de plus en plus riches en ultraviolet.

Mais on peut constituer, avec la solution aqueuse d'acétone, un actinomètre d'un autre genre. Nous avons découvert en effet que, parmi les corps organiques, l'acétone pur ou dissous est un de ceux qui donnent le dégagement gazeux le plus abondant (volumes égaux de CO et C^2H^6). Ce dégagement commence dans l'ultraviolet moyen et s'accélère quand la longueur d'onde décroît.

Selon qu'on prendra, comme mesure de « l'activité photochimique » d'une source lumineuse, la dose d'acide formé, ou la dose de gaz dégagé dans l'actinomètre à acétone, on aboutira à des conclusions opposées : dans le premier cas on dira que, la température d'une source croissant, son activité chimique passe par un maximum; dans le second cas, on conclura que cette activité augmente régulièrement avec la température.

Le plus souvent, quand la longueur d'onde diminue, à la réaction primitive simple s'ajoutent des réactions secondaires de plus en plus complexes. Ainsi la solution aqueuse de glucose, entre $0^\mu,30$ et $0^\mu,25$, donne deux gaz seulement en rapports simples (2^{vol} CO et 1^{vol} H^2); au-dessous de $0^\mu,25$ apparaissent des doses croissantes de gaz accessoires CO^2 et CH^4, et la proportion de H^2 augmente au point qu'on finit par avoir 6^{vol} H^2 pour 1^{vol} CO. La composition du volume gazeux a donc entièrement changé.

Nous avons cherché pour notre actinomètre à réunir les conditions suivantes : réaction facile à mesurer, peu sensible à la lumière visible et à l'ultraviolet initial, très sensible à l'ultraviolet moyen ou extrême, restant semblable à elle-même et ne se compliquant qu'à un faible degré de réactions secondaires quand la longueur d'onde diminue.

Le dégagement gazeux d'oxyde de carbone fourni par les solutions aqueuses de *cétoses* remplit toutes ces conditions. La *dioxyacétone* est le plus sensible de tous ces corps; mais en raison de sa rareté nous lui avons préféré le *lévulose* qui est facile à avoir pur en grande quantité.

Parallèlement à une lampe cylindrique verticale en quartz à vapeur de mercure de 60^{mm} de haut et 13^{mm} de diamètre (lampe Heraeus, type 110 volts, en régime modéré,

3,4 ampères et 52 volts aux bornes), on a mis à des distances *d* variées, mesurées entre parois en regard, un tube cylindrique de quartz de 155mm de haut et 16mm de diamètre, contenant environ 25cm³ d'une solution aqueuse à 10 pour 100 de lévulose. Dans ces conditions, on opère sur une grande quantité de liquide, et la concentration, pendant la durée d'un essai, ne varie pas sensiblement. Le tube de quartz est relié à un tube à dégagement étroit qui amène le gaz dans une cloche graduée. Dans chaque expérience, on attend 20 minutes environ que l'équilibre de température et l'uniformité de régime du dégagement gazeux soient établis, puis on mesure les volumes gazeux dégagés en 5, 10, 15, 20, 30 et 45 minutes.

	Nombre de centimètres cubes dégagés au bout de						Vitesse en centimètres cubes
d.	5m.	10m.	15m.	20m.	30m.	45m.	à l'heure.
mm 14.....	0,26	0,52	0,78	1,04	»	»	3,12
19.....	0,18	0,35	»	0,70	1,06	»	2,10
23.....	»	0,28	»	0,55	0,83	»	1,66
31.....	»	0,18	0,27	»	0,54	»	1,08
40.....	»	0,12	0,18	»	0,36	»	0,72
61.....	»	»	0,10	»	0,20	0,30	0,60

Les nombres précédents montrent que le dégagement gazeux se fait bien dans chaque cas avec une vitesse constante. Il diminue suivant une puissance de la distance voisine de $\frac{3}{2}$, c'est-à-dire intermédiaire entre la première puissance (cas d'un rectangle de hauteur infinie) et le carré de la distance (cas d'une source lumineuse ponctuelle).

Nous avons recherché enfin comment variait la vitesse du dégagement gazeux avec la concentration. Dix solutions aqueuses de lévulose de concentrations *c* croissantes, depuis $\frac{1}{40}$ de molécule (4g,5) par litre de solution, jusqu'à 6 molécules (1080g) par litre, ont été mises dans dix petits tubes identiques en quartz mince placés à la même distance (20mm) d'une grosse lampe en quartz (type 220 volts en régime peu poussé, 3,4 ampères et 50 volts aux bornes). On a mesuré le nombre *n* de centimètres cubes dégagés en 1 heure :

c.	$\frac{M}{40}$.	$\frac{M}{30}$.	$\frac{M}{20}$.	$\frac{M}{10}$.	$\frac{M}{5}$.	$\frac{M}{2}$.	M.	4M.	5M.	6M.
n...	0,04	0,055	0,08	0,16	0,26	0,54	0,75	1,17	1,16	1,18

Pour les faibles concentrations (de 4g,5 à 18g par litre), la vitesse du dégagement gazeux est proportionnelle à la concentration ; pour les fortes concentrations (720g à 1080g par litre), la vitesse est constante.

Il semble que la réaction soit *d'ordre un* (unimoléculaire) pour les solutions diluées, et *d'ordre zéro* pour les solutions concentrées. Pour les

solutions moyennes, l'ordre est intermédiaire entre 0 et 1 (on sait que ce dernier résultat est celui qu'on obtient dans la majorité des réactions photochimiques).

La conclusion à tirer de là est que l'ordre de la réaction est une notion illusoire pour de tels phénomènes. Les hypothèses cinétiques (fréquence du nombre de chocs des molécules), par lesquelles on justifie la loi de masse, ne sont pas applicables aux réactions photochimiques produites par un flux d'énergie extérieure.

Au contraire, les faits s'expliquent simplement si l'on admet que la vitesse de réaction est proportionnelle à la quantité de lumière absorbée par unité de temps. Dans les solutions diluées, l'absorption est faible et proportionnelle à la concentration; dans les solutions concentrées, l'absorption est totale et n'augmente plus avec la concentration.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'oxyde d'éthyle α-β-dichloré sur les dérivés magnésiens mixtes.* Note de MM. **Lespieau** et **Bresch**, présentée par M. Haller.

En faisant réagir l'éther chlorométhylique sur les dérivés magnésiens, on a pu obtenir des composés saturés (Hamonet), éthyléniques ou acétyléniques (Lespieau), auxquels on serait arrivé difficilement s'il avait fallu employer l'aldéhyde formique au lieu de l'éther chloré en question.

Il y a là une simplification qui nous a paru pouvoir être généralisée : l'aptitude réactionnelle du chlore de l'éther chlorométhylique tient évidemment à ce qu'il fait partie d'un groupement —CClOR—; or les corps présentant le même groupement s'obtiennent sans trop de difficultés quand on attaque les éthers-oxydes par le chlore. Toutefois, sauf le cas où l'on aurait en vue spécialement la production de certains éthers-oxydes, la substitution d'un éther chloré à une aldéhyde n'a d'intérêt que si, comme c'est le cas dans la série en C^4, l'éther chloré est plus accessible que l'aldéhyde.

En voici un autre exemple : l'aldéhyde monochlorée est assez pénible à obtenir, tandis que l'éther

$$CH^2Cl - CHCl - O - C^2H^5$$

est facile à préparer (si le composé bouillant vers 140° qui se forme lorsqu'on attaque l'éther ordinaire par le chlore, répond bien à la formule précédente indiquée par Abeljanz). A vrai dire ce composé paraît tout

aussi pénible à purifier complètement que l'éther chlorométhylique et, tandis que Lieben indique qu'il bout de 140° à 145°, il nous a paru passer surtout vers 136°, mais cela n'est point un obstacle à son emploi.

Cet éther dichloré attaque facilement les magnésiens, par exemple ceux qui dérivent du bromure d'éthyle, du bromure d'allyle et de l'acétylène. La réaction paraît donner naissance chaque fois à plus d'un produit, et peut-être cela tient-il à l'impureté du corps servant de point de départ; néanmoins il y a toujours un de ces produits qui domine de beaucoup.

Dans le cas du dérivé magnésien de l'acétylène, le composé dominant répond à la formule $C^{10}H^{16}O^2Cl^2$ (Analyse : C 49,69; H 6,82; Cl 30,20; cryoscopie acétique 255); et, si l'éther dichloré a bien ses atomes de chlore disposés comme on l'admet, cette formule doit être développée ainsi :

$$\begin{array}{c} CH^2Cl - \underset{\displaystyle OC^2H^5}{\underset{|}{CH}} - C \equiv C - \underset{\displaystyle OC^2H^5}{\underset{|}{CH}} - CH^2Cl \end{array}$$

C'est un liquide incolore, bouillant à 136°-137° sous 12^{mm}.

Il ne semble pas, malgré la fixité de ce point d'ébullition, qu'on ait là un composé unique, et voici pourquoi : M. G. Dupont (*Comptes rendus*, t. 149, p. 1381), ayant fait agir l'aldéhyde ordinaire sur le dérivé magnésien de l'acétylène, a obtenu un liquide bouillant bien et répondant à la formule

$$CH^3 - CHOH - C \equiv C - CHOH - CH^3.$$

Cependant, ce liquide est un mélange de stéréoisomères; M. Dupont, en passant par les dibromures, a réussi, en effet, à retirer de son produit brut deux glycols cristallisés isomériques, tous deux inactifs, mais dont l'un est certainement inactif par compensation.

Or, en fixant deux atomes de brome sur le composé que nous avons obtenu, nous avons également obtenu deux bromures; l'opération avait été faite au sein du chloroforme et s'était effectuée sans grand dégagement de chaleur; en évaporant le solvant, nous avons reconnu qu'il se déposait deux espèces de cristaux de solubilité très différentes, répondant tous deux à la formule $C^{10}H^{16}O^2Cl^2Br^2$.

Le dibromure le moins soluble fond à 107°-108°. On le purifie en le dissolvant à l'ébullition dans l'alcool à 96° et laissant déposer par refroidissement. (Analyse : Cl + Br 57,70; C 29,60; H 4,17; cryoscopie acétique 353; la mesure cryoscopique s'est trouvée quelque peu incertaine, l'abaissement observé n'étant que de 0°,056, vu la faible solubilité du corps dans l'acide acétique.)

Le dibromure le plus soluble fond à 71°-72°; on le purifie comme le précédent, en ajoutant toutefois à la solution alcoolique tiède assez d'eau pour provoquer l'apparition d'un louche. (Analyse : Cl + Br 57,67; C 29,89; H 4,06; cryoscopie acétique 399.)

On pourrait, il est vrai, supposer que l'isomérie de ces deux bromures, qui sont éthyléniques, est due, non à la présence des deux atomes de carbone asymétriques, mais bien à une structure respectivement *cis* ou *trans*; le cas étudié par M. Dupont rend cette hypothèse peu probable; nous essayerons, cependant, de voir ce qu'il en est en continuant ces recherches.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'iodure de magnésium méthyle.* Note de M. **Pierre Jolibois**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une précédente Note j'ai décrit quelques propriétés nouvelles de l'iodure de magnésium éthyle [1]. J'ai repris avec la même technique des expériences analogues sur l'iodure de magnésium méthyle.

Préparation de l'iodure de magnésium méthyle. — Dans la préparation du dérivé éthylé, j'ai montré (*loc. cit.*) qu'il se produit une réaction parasite qui pouvait, dans certaines conditions, devenir la réaction dominante. Dans le cas de l'iodure de méthyle agissant sur le magnésium en présence d'éther, on ne constate, au contraire, quel que soit le mode opératoire, qu'un dégagement gazeux insignifiant : 6^{cm^3},1 pour 244^{mg} de magnésium mis en jeu. Ce gaz est composé de $\frac{1}{3}$ de son volume de C^2H^4.

Action de la chaleur. — Lorsque l'on soumet à l'action de la chaleur le composé ainsi préparé dans le vide, dans un appareil relié à une trompe à mercure permettant de recueillir le gaz, on constate, jusqu'à 130° environ, un dégagement de vapeur d'éther qui cesse seulement au bout de 40 heures de chauffage à 120°. Cette réaction est d'ailleurs réversible, car le produit refroidi absorbe de nouveau la vapeur d'éther. C'est la dissociation du produit déjà signalé et analysé par M. Blaise, $MgICH^3(C^2H^5)^2O$ [2].

Si l'on élève la température vers 240°, on obtient un dégagement gazeux dont j'ai mesuré le volume correspondant à un poids donné de magnésium :

---

[1] P. Jolibois, *Comptes rendus*, t. 155, p. 213 et 253.

[2] Blaise, *Comptes rendus*, t. 132, p. 839.

Poids de Mg	122^{mg}	480^{mg}	244^{mg}
Volume gazeux à 0° et 76^{cm}	83^{cm^3}	329^{cm^3}	161^{cm^3}

Ce gaz a été analysé par la méthode récente publiée par MM. Lebeau et Damiens (1) au moyen du fractionnement dans l'air liquide.

58^{cm^3},25 de gaz sont composés de 57,5 de méthane et 0,6 de carbures supérieurs.

La formule de décomposition du produit peut donc être écrite de la façon suivante :

$$2[MgI^2Mg(CH^3)^2] = 3CH^4 + Mg^2C, 2MgI^2,$$

le dernier terme représentant une formule globale.

J'ai poussé jusqu'à 600° l'action de la chaleur sans obtenir aucun dégagement gazeux nouveau.

Le verre d'Iéna dans lequel était soufflé le ballon était attaqué par le magnésium et un résidu charbonneux s'était substitué au composé de Grignard. A aucun moment de l'expérience il n'y a eu de dégagement d'iode. Ce corps n'apparut que dans le cas de rentrées accidentelles d'oxygène.

Étude du produit de la décomposition à 250°. — Lorsqu'on ne dépasse pas 300°, l'iodure de magnésium méthyle s'est transformé, après le dégagement de méthane, en une masse volumineuse jaune citron, correspondant à la formule globale $Mg^2C, 2MgI^2$.

Afin de voir si ce corps était un composé défini, j'ai étudié l'action de l'éther anhydre sur le produit ainsi obtenu. Après plusieurs épuisements par décantations dans un appareil en verre soudé rempli de vapeur d'éther, j'ai dosé l'iode resté dans la poudre jaune et l'iode passé en solution dans l'éther anhydre. J'ai obtenu les résultats suivants :

	Magnésium introduit.	Iodure d'argent représentant l'iode extrait par l'éther anhydre.	Iodure d'argent représentant l'iode resté fixé sur le produit.
1re expérience	480^{mg}	$1^{g},91$	»
2e expérience	480^{mg}	$1^{g},98$	2,76

D'après ces analyses, on doit séparer l'iode total en deux fractions ayant des propriétés différentes.

Le résultat brut de ces expériences conduirait à écrire la formule du résidu

$$Mg^2C, \tfrac{8}{7}MgI^2 + \tfrac{6}{7}MgI^2.$$

(1) Lebeau et Damiens, *Comptes rendus*, t. 156, p. 144, 325, 557.

(2) Grignard, *Ann. Ch. Phys.*, 7e série, t. XXIV, p. 433.

Étant donné la difficulté des opérations de l'analyse immédiate du produit, étant donnée son altérabilité, il serait peut-être plus simple d'admettre qu'à la limite on obtiendrait le composé défini $Mg^2C\,MgI^2$.

Action de l'eau. — Ce corps, d'après sa formule, semble contenir une fonction carbure métallique analogue à celle du carbure d'aluminium. Pour le vérifier, j'ai étudié l'action de l'eau sur le produit. Si l'on fait tomber sur la masse jaune provenant de la décomposition de l'iodure de magnésium méthyle de l'eau goutte à goutte, il se produit une réaction des plus violentes avec dégagement de chaleur et de lumière. Le produit résiduel contient du charbon, et les gaz recueillis contiennent des proportions variables, suivant l'expérience, de carbures acétyléniques, éthyléniques et forméniques.

Devant ce résultat, j'ai essayé l'action ménagée de l'eau en faisant agir de l'éther aqueux introduit à — 80° et qu'on laissait lentement réchauffer en présence du produit.

Dans ces conditions, l'attaque se produit régulièrement, et il se dégage un gaz dont j'ai fait l'analyse par la méthode de MM. Lebeau et Damiens.

480^{mg} de magnésium, mis en jeu dans l'expérience, donnent (par l'action de l'eau sur le corps MgI^2, Mg^2C), 110^{cm^3} de gaz contenant 3 pour 100 d'éthylène.

Le reste est composé de la façon suivante : $21^{cm^3},7$ contiennent $21^{cm^3},6$ de méthane et $0^{cm^3},2$ de carbures supérieurs.

L'action de l'eau, opérée avec ménagement, donne du méthane à 96 pour 100. Le corps étudié est donc un iodocarbure de magnésium.

En résumé, j'ai étudié l'action de la chaleur sur l'iodure de magnésium méthyle et j'ai montré qu'on obtient par pyrogénation et extraction à l'éther anhydre un corps jaune répondant sensiblement à la formule MgI^2, Mg^2C, attaquable par l'eau avec dégagement de méthane presque pur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L' « halochromie » chez les dérivés de la phénylisoxazolone et chez les indogénides.* Note de M. **André Meyer**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Certains composés organiques, incolores ou peu colorés, possèdent la faculté de donner avec les acides des sels colorés, sans que cette coloration puisse être expliquée par la création d'un complexe chromophore ou qui-

nonique. MM. Bæyer et Villiger, qui, à l'occasion de leurs recherches sur les propriétés basiques de l'oxygène, se sont occupés de ce phénomène, l'ont désigné sous le nom d'*halochromie* (*D. ch. G.*, t. XXXIV, p. 2679; t. XXXV, p. 1189, 3020). Les dérivés du triphénylméthane et de la dibenzalacétone ont surtout fait l'objet de travaux à ce point de vue.

Les produits de condensation de la phénylisoxazolone avec les aldéhydes, ou *isoxazol-indogénides* (Wahl et Meyer, *Comptes rendus*, t. 146, p. 638. — Meyer, *Comptes rendus*, t. 155, p. 843) sont *halochromes*, car ils se dissolvent dans l'acide sulfurique concentré avec des colorations variées, plus intenses que celles des colorants eux-mêmes : j'ai mentionné déjà l'influence de la nature et de la position des *auxochromes* introduits dans la molécule sur la couleur de ces solutions. Les quelques exemples suivants rendent manifeste cette influence :

Composé.	Couleur.	Solution sulfurique.
2-oxy-1-benzalphénylisoxazolone.........	Jaune d'or	Rouge foncé
2-méthoxybenzalphénylisoxazolone.......	Jaune foncé	Rouge orangé foncé
2-acétoxybenzalphénylisoxazolone.......	Jaune clair	Rouge orangé
2-oxy-3-méthoxybenzalphénylisoxazolone.	Jaune paille	Rouge grenat foncé
4-oxybenzalphénylisoxazolone...........	Jaune foncé	Jaune foncé.
4-méthoxybenzalphénylisoxazolone.......	Jaune	Jaune
4-oxy-3-méthoxybenzalphénylisoxazolone.	Jaune orangé	Orangé rouge.

Les dérivés dont l'*auxochrome* est situé en *ortho* par rapport au chromophore CH = C..., donnent des solutions sulfuriques dont la coloration est beaucoup plus foncée que celles des isomères *para* correspondants.

En ce qui concerne les colorations produites avec SO^4H^2, des observations du même ordre peuvent être faites pour différents groupes d'indogénides : en particulier, les *pyrazolindogénides* (Tambor, *D. ch. G.*, t. XXXIII, p. 864), les *carbindogénides* (Kostanecki et ses élèves, *Ibid.*, t. XXX, p. 1183, 2138, 2947), les *thio-indogénides* (Friedlaender, *Mon.*, t. XXX, p. 347), etc., sont *halochromes*, et présentent les mêmes relations que ci-dessus; celles-ci ne paraissent cependant pas avoir été mentionnées expressément jusqu'ici, les auteurs ne s'étant pas préoccupés de rechercher quel rapport peut exister entre la coloration donnée par SO^4H^2 et la constitution du produit étudié.

Partant de ces considérations, je me suis proposé de rechercher si, comme les dérivés de la dibenzalacétone, etc., les indogénides, et en particulier, les isoxazol-indogénides, peuvent donner de véritables combinaisons colorées avec les acides et les sels métalliques, comparables ainsi aux sels d'oxonium, de carbonium, etc., de Bæyer. Cette hypothèse est vérifiée par l'expérience.

Si l'on fait passer un courant de gaz chlorhydrique sec sur le pipéronal-phénylisoxazolone, par exemple, en suspension dans le benzène ou le chlo-

roforme, à la température de — 10°, le produit, primitivement jaune clair, se dissout peu à peu, la liqueur prenant une teinte rouge sang, puis il se dépose des cristaux rouge foncé; toutefois ce composé d'addition, à cause de sa très grande instabilité, n'a pu être isolé.

J'ai étudié alors l'action des sels haloïdes. Les indogénides et les corps analogues fournissent des composés d'addition colorés avec le chlorure stannique, le chlorure ferrique, le chlorure d'aluminium, etc. J'ai préparé quelques combinaisons des isoxazol-indogénides avec le chlorure stannique, ce produit se prêtant particulièrement bien à l'obtention de composés complexes avec les corps organiques.

On dissout, ou l'on met en suspension, dans le benzène ou le chloroforme, l'indogénide étudiée. On y ajoute une solution de chlorure stannique anhydre, dans le même solvant; il se produit un léger échauffement, accompagné, s'il y a lieu, de dissolution et d'une coloration intense; puis, au bout de quelque temps, il se forme un précipité. Celui-ci est essoré, lavé rapidement au chloroforme ou au benzène et séché dans le vide sur l'anhydride phosphorique.

Les composés suivants ont été ainsi obtenus :

Chlorostannate de benzalphénylisoxazolone. — Poudre microcristalline jaune soufre, $SnCl^4, C^{16}H^{11}O^2N$, se décomposant vers 200°.

Chlorostannate de pipéronalphénylisoxazolone. — $SnCl^4, C^{17}H^{11}O^4N$, décomposable vers 160°, cristaux en feuillets rouge foncé, devenant jaunes à l'air humide ou sous l'action de l'alcool ou de l'éther, avec lesquels il paraît se combiner; le produit reprend sa couleur primitive, sans altération, dans le vide sec.

Chlorostannate d'anisalphénylisoxazolone. — $SnCl^4, C^{17}H^{13}O^3N$, poudre jaune foncé, décomposable à 155°.

Chlorostannate de o-méthoxybenzalphénylisoxazolone. — $SnCl^4, 2C^{17}H^{13}O^3N$, poudre orangée, se décomposant vers 130°, et prenant une coloration jaune à l'air humide; il reprend sa teinte normale sous l'exsiccateur.

Chlorostannate de vanilline-phénylisoxazolone. — $SnCl^4, C^{17}H^{13}O^4N$, poudre microcristalline rouge marron, décomposable vers 150°, et présentant un phénomène analogue au corps précédent.

Chlorostannate de diméthylaminobenzalphénylisoxazolone.

$$2SnCl^4, C^{18}H^{16}O^2N^2,$$

rouge vif, décomposable à une température supérieure à 250°.

Les indogénides et leurs congénères fournissent également des composés

analogues : à titre d'exemple, je citerai le *chlorostannate de pipéronal-oxythionaphtène*, $SnCl^4, C^{15}H^{10}O^3S$, poudre microcristalline noir violet, décomposable vers 215°.

Tous ces composés sont hydrolysés par l'eau plus ou moins rapidement. Ils sont insolubles ou très peu solubles dans les solvants organiques. Leurs colorations sont beaucoup plus foncées que celle des corps générateurs et présentent des relations analogues à celles données par SO^4H^2.

Les *azoïques mixtes* de la phénylisoxazolone, qui sont *halochromes*, fournissent des combinaisons de ce genre : par exemple, le *benzène-azo-phénylisoxazolone* donne ainsi le *chlorostannate* $SnCl^4, C^{15}H^{11}O^2N^3$, jaune orangé, décomposable vers 130°.

Cette réaction est applicable à d'autres composés azoïques plus simples, tels que l'azobenzène lui-même.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les roches éruptives du Lyonnais. Granites en place et granites charriés. Évolution des magmas aux temps hercyniens.* Note de M. **Albert Michel-Lévy**, présentée par M. Pierre Termier.

L'analyse chimique de certaines roches éruptives des montagnes du Lyonnais, jointe à leur étude en plaque mince, m'a conduit à quelques rapprochements qui intéressent deux ordres de faits : 1° d'une part, l'origine des granites broyés, au nord de Vienne; 2° d'autre part, la succession des éruptions et l'évolution des magmas dans la région lyonnaise hercynienne.

1° MM. Termier, Friedel et Grandjean ont appelé l'attention sur le granite écrasé du mont Salomon (nord de Vienne), analogue à celui de la Gampille et de Cizeron (nappes de Saint-Étienne); ce granite, qui rappelle la protogine du mont Blanc, fait partie d'une puissante masse de roches broyées, d'origine plus ou moins lointaine; il diffère, en tout cas, du granite à *cordiérite* du substratum, voisin vers le Sud-Est.

J'apporte ici (¹) la comparaison de quatre granites lyonnais typiques : d'une part, un granite porphyroïde avec orthose, albite, oligoclase-andésine, mica noir abondant, provenant des *Halles* (nord-ouest de Sainte-Foy-l'Argentière) (3) et un granite, avec orthose, albite, oligoclase, mica noir assez abondant et cordiérite, pris au *Moulin de Tabourette* (au sud-est de Vienne) (2); d'autre part, un granite de *Charbonnières* (4),

(¹) Voir les analyses et paramètres indiqués dans le Tableau ci-après.

riche en quartz, orthose, microcline et albite, très pauvre en biotite, mais avec muscovite; enfin le granite du *mont Salomon* (5), avec cristaux d'orthose et d'albite, brisés et tordus, muscovite, chlorite et quartz secondaire abondant. Ce dernier granite seul n'est pas en place.

Ages	Roches et gisements.	Analyses de M. Pisani, 1913.											
		TiO^2.	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	CaO.	MgO.	K^2O.	Na^2O.	P. f.	Total.	P^2O^5.
Dévonien supérieur.	1. Ortho-albitophyre W. Poyet (Saint-Forgeux).	3,46	48,50	17,20	0,40	9,23	3,19	8,22	0,49	4,08	6,20	100,97	»
Tournaisien....	2. Granite, Moulin de Tabourette.	0,95	63,20	17,15	0,20	3,72	3,06	3,32	4,21	3,17	0,60	100,58	0,19
	3. Granite, Les Halles	0,84	69,30	14,40	»	3,02	2,97	1,94	4,15	3,30	1,00	100,92	0,13
	4. Granite, Charbonnières...	»	75,30	13,82	»	1,08	0,45	0,90	4,07	3,40	0,80	99,82	»
	5. Granite, Mont Salomon..	0,13	75,50	13,80	»	0,66	0,32	0,77	4,10	3,41	0,90	99,59	0,07
	6. Orthophyre, St-Clément..	0,25	73,80	14,60	»	2,35	0,06	1,17	2,85	4,15	1,50	100,73	»
Viséen.........	7. Microgranulite (filon), St-Symphorien-sur-Coise.	0,78	67,50	14,60	0,43	2,00	2,88	2,35	3,93	3,80	2,00	100,27	0,06
	8. Microgranulite (coulée), Violay.	0,26	67,50	15,65	»	2,43	1,77	1,70	4,08	2,95	3,20	99,54	»
Permien.......	9. Porphyrite amphibolique (lamprophyre), Courzieu.	1,70	50,15	16,10	2,65	5,58	8,61	8,38	1,36	2,35	3,90	100,78	0,13

Ages.	Roches et gisements.	Noms américains.	Paramètres magmatiques (Michel-Lévy). Fumerolle.		Scorie.		An p. 100.
			$\Phi = \frac{S_{sal.}}{2k+3n}$.	$r = \frac{k}{n}$.	$\Psi = \frac{F}{m}$.	$U = \frac{F}{c+c'}$.	
Dévonien supérieur.	1.	*x* près Andose..... II.5.3.5...........	Syénitique. 2,9	Persodique. 0,12	Magnésien. 1,2	Micro-calcique. 3,2	31,5
Tournaisien....	2.	Harzose........... II.4.3.3...........	Alcalino-granitique. 3,3	Méga-potassique. 1,39	Magnésien-ferrique. 1,9	Méso-calcique. 1,3	36,1
	3.	Toscanose......... I.4.2.3............	Granito-dioritique. 3,6	Méga-potassique. 1,24	Magnésien-ferrique. 1,6	Méso-calcique. 1	30,0
	4.	Alaskose .... I.3.1.3............	Granito-dioritique. 4,04	Méga-potassique. 1,21	Magnésien. 1,2	Micro-calcique. 2,7	6,5
	5.	Alaskose .... I.3.1.3............	Granito-dioritique. 4,1	Méga-potassique. 1,2	Magnésien. 0,9	Micro-calcique. 3,5	3,4
	6.	*x* près Kallerndose. I.3.1.4............	Granito-dioritique. 4,04	Méso-potassique. 0,68	Magnésien-ferrique. 1,9	Micro-calcique. 23	1,4
Viséen.........	7.	Toscanose......... I.4.2.3............	Alcalino-granitique. 3,36	Méga-potassique. 1,1	Magnésien. 1,2	Méga-calcique. 0,9	25,4
	8.	Toscanose......... I.4.2.3............	Granito-dioritique. 4,0	Méga-potassique. 1,4	Magnésien. 1,4	Méso-calcique. 1,3	26,5
Permien.......	9.	Hessose........... II.5.4.4...........	Granito-dioritique. 3,9	Méso-potassique. 0,61	Magnésien. 0,98	Méga-calcique. 0,97	60,0

Les coefficients magmatiques les plus stables de Michel-Lévy,

$$\Phi = \frac{S_{sal}}{2k+3n} \quad \text{et} \quad r = \frac{k}{n},$$

se montrent très constants dans ces quatre granites et prouvent leur parenté. Leur

fumerolle est granito-dioritique, méga-potassique. Mais les quantités absolues de leurs divers éléments chimiques diffèrent et permettent de les classer en deux groupes (que faisait prévoir leur composition minéralogique); les deux premiers, (3) et (2), contiennent moins de SiO^2 (quartz libre normatif = 18 et 26,4 pour 100) et plus de CaO, MgO, FeO; d'où l'apparition de feldspaths tricliniques, de biotite et de cordiérite (anorthite normative pour 100 de feldspaths tricliniques = 36, 1 et 30,0 pour 100). Les deux derniers, (4) et (5), sont plus riches en SiO^2 (quartz libre normatif = 37,8 et 39 pour 100); très pauvres en CaO, MgO, FeO (anorthite normative = 6,5 et 3,4 pour 100); ils contiennent très peu de minéraux ferro-magnésiens.

Donc même magma originel probable; mais l'élément fumerolle est en plus forte proportion dans les granites du deuxième groupe qui sont vraisemblablement des ségrégations granulitiques de ce magma.

Ainsi le granite broyé et silicifié du mont Salomon est, chimiquement, presque identique au granite en place de Charbonnières; *il est, dès lors, permis de se demander s'il en provient par charriage;* le mont Salomon est à plus de 40^{km} au sud-est de Charbonnières; les plissements indiquent d'ailleurs des poussées du N-NW vers le S-SE, qui viennent à l'appui de cette hypothèse.

2° Les analyses de quelques autres roches lyonnaises conduisent à deux groupements intéressants au double point de vue de l'origine magmatique et des âges. Une seule roche, l'ortho-albitophyre en filon de Poyet (Saint-Forgeux) (1), possède une fumerolle *syénitique, persodique;* elle est antérieure à la mise en place du granite (Tournaisien), dont les paramètres (fumerolle) diffèrent complètement. Toutes les autres roches, qui sont contemporaines ou postérieures à cette mise en place, ont une fumerolle *granito-dioritique* (ou alcalino-granitique) *méga-potassique*, comme le granite lui-même [orthophyre de Saint-Clément (*Tournaisien*) (6), microgranulites, en filon, de Saint-Symphorien-sur-Coize (7), en coulée, de Violay (8) (*Viséen*), porphyrite amphibolique, lamprophyrique à l'est de Courzieu (9) (*Permien*)].

J'ai retrouvé dans le Lyonnais les mêmes roches éruptives que dans le Morvan [1], dans le même ordre d'apparition et avec les mêmes particularités magmatiques. Elles se classent en deux séries pétrographiques, l'une *syénitique, persodique*, antérieure au granite, représentée par les ortho-albitophyres, l'autre *granito-dioritique, méga-potassique*, dans laquelle les différentes roches, successivement constituées, semblent provenir de la différenciation d'un même magma granitique.

---

[1] *Carte géol., France,* Bull. 120, 1908.

AGRONOMIE. — *Sur la relation qui existe entre l'eau évaporée et le poids de matière végétale élaborée par le maïs.* Note [1] de M. **Mazé**, présentée par M. A. Müntz.

L'eau tient la première place parmi les éléments fertilisants du sol ; aussi les agronomes se sont-ils attachés depuis longtemps à déterminer les quantités d'eau évaporées par les plantes cultivées.

Elles varient nécessairement avec les conditions climatériques et peut-être aussi avec la nature du sol. Les chiffres suivants qui expriment les poids d'eau évaporée par kilogramme de plante sèche, montrent bien qu'il en est ainsi.

Nombre de kilogrammes d'eau évaporée par kilogramme de plante sèche, suivant les auteurs :

Tableau I.

		Lawes.		Hellriegch.	Haberland.	Risler.
Froment	sans engrais	247	Blé de mars	338	234	»
	avec engrais minéral	225	Seigle d'été	353	166	»
	avec engrais minéral + Az.	206	Avoine	376	455	250
Orge	sans engrais	257	Orge	»	247	»
	avec engrais minéral	238	Fève	283	»	»
	avec engrais minéral + Az.	271	Pois	273	»	»
			Trèfle rouge	310	»	263
			Sarrasin	363	»	»
			Colza	329	»	»
			Maïs	»	»	216

La méthode des cultures en milieu aseptique, m'a permis d'évaluer rigoureusement les quantités d'eau mises en œuvre par le maïs dans les conditions de nutrition les plus variées.

Les chiffres obtenus sont consignés dans une série de Tableaux qui correspondent à autant de séries d'expériences. Toutes ces cultures ont été réalisées en 1910 ; toutes les plantes proviennent de graines prises sur le même épi.

Les solutions nutritives que j'ai employées dérivent de la solution primitive $P \times 1$ dont la composition est la suivante :

(1) Présentée dans la séance du 24 février 1913.

Nitrate de sodium	0,6617	Chlorure de manganèse + 4 aq.	0,05
Sulfate d'ammonium	0,514	Chlorure de zinc	0,05
Phosphate de potassium neutre.	1	Silicate de potassium	0,05
Sulfate de magnésium + 7 aq.	0,2	Carbonate de calcium	2
Sulfate ferreux + 7 aq.	0,1	Eau du robinet (Vanne)	1000

La solution $P \times 1$ étendue de deux et quatre fois son volume d'eau a donné les solutions $P \times \frac{1}{2}$ et $P \times \frac{1}{4}$. En remplaçant l'azote de $P \times 1$ par de l'azote empruntée en quantité équivalente à un seul composé azoté, j'ai préparé respectivement quatre liqueurs de concentration $P \times 1\, NO^3Na$, $P \times 1\, NO^3NH^4$, $P \times 1\, SO^4(NH^4)^2$, $P \times 1\, NH^4Cl$, lesquelles ont été diluées également à $\frac{1}{2}$ pour former d'autres milieux nutritifs.

Les solutions complémentaires utilisées pour combler les vides produits par l'évaporation des plantes du Tableau III, étaient ramenées respectivement à la concentration $P \times \frac{1}{2}$.

Les chiffres du Tableau IV concernent des plantes qui, après avoir atteint un poids sec variant de 12^g à 15^g environ, ont achevé leur développement dans des solutions incomplètes renfermant un seul sel nutritif à une concentration pour 1000 d'eau distillée indiquée dans la colonne 1.

Considérés dans l'ensemble de ces Tableaux (p. 722), les chiffres de la colonne 9 peuvent être regardés comme constants, ce qui veut dire que :

La quantité d'eau évaporée par kilogramme de matière végétale sèche est constante et indépendante de la nature des solutions nutritives et de leur concentration, de même que de l'état de développement de la plante.

Les chiffres de la colonne 10, rapportés à 1^{kg} d'organes aériens, varient en raison inverse du développement relatif k des racines. Ce sont ces rapports que les agronomes ont surtout étudiés jusqu'ici; ils masquent la loi que je viens d'énoncer; mais ils montrent que le rendement économique de l'eau évaporée est en faveur des solutions riches ou des sols fertiles, conformément aux résultats de Lawes (Tableau I).

Comme le poids de matière végétale n'est que la résultante des deux actions inverses de création et de destruction de matières organiques, on conçoit qu'en dehors des facteurs que je viens de considérer, il en existe d'autres, comme la température, par exemple, capable de faire varier la quantité d'eau évaporée par kilogramme de plante sèche.

TABLEAU II.

1. Nature des solutions.	2. Nos.	3. Age des plantes.	4. Poids sec, entier.	5. Poids sec, racines.	6. Poids sec, tiges+feuill.	7. Rapport R : racines/plantes (pl.=100).	8. Eau évaporée en kilog. par la plante entière.	9. Eau évaporée en kilog. par kilog. de plante sèche.	10. Eau évaporée en kilog. par kil[og.] de tiges+fe[uill.]
		j	g	g	g				
$P \times \frac{1}{4}$	1	25	2,975	0,920	2,055	30,9	0,396	133,1	192
	2	31	4,330	1,288	3,042	29,7	0,630	145,6	207
	3	45	9,480	2,817	6,663	29,7	1,319	139,1	199
	4	53	8,560	2,423	6,137	28,3	1,259	145,6	205
$P \times \frac{1}{2}$	5	25	2,120	0,387	1,733	18,2	0,292	137,7	168
	6	31	3,210	0,821	2,380	25,5	0,528	164,4	221
	7	45	13,320	2,994	10,326	22,4	1,498	112,4	145
	8	53	14,380	2,977	11,403	20,7	1,983	139,1	173
$P \times 1\ NO^3Na$	9	25	1,875	0,541	1,334	28,8	0,223	119	167
	10	31	2,100	0,578	1,522	27,5	0,281	133,8	184
	11	45	13,730	2,587	11,143	18,8	1,645	119,8	147
	12	53	9,390	1,694	7,696	18	1,211	128,9	157
$P \times 1\ NO^3NH^4$	13	25	1,070	0,269	0,801	25,1	0,141	131,7	176
	14	31	2,080	0,393	1,617	19,5	0,288	143,2	178
	15	45	17,290	3,431	13,859	19,8	1,948	112,6	140
	16	53	8,070	1,118	6,952	13,8	1,213	150,3	174
$P \times 1\ SO^4(NH^4)^2$	17	»	10,975	1,741	9,234	15,8	1,372	125	148
	18	»	8,630	1,490	7,140	17,2	1,177	136,3	164
	19	»	10,665	1,698	8,967	15,9	1,342	125,8	149

TABLEAU III.

Plantes ayant achevé leur évolution.

$P \times 1\ NH^4Cl$	20	107	70	»	»	»	9,150	130,7
$P \times 1\ NO^3NH^4$	21	107	69,92	»	»	»	10,776	154,1
$P \times 1\ SO^4(NH^4)^2$	22	107	50,34	»	»	»	7,663	151,6
$P \times 1\ NO^3Na$	23	107	48,50	»	»	»	7,766	160,3

TABLEAU IV.

Plantes placées en solutions incomplètes.

$0,5\ NO^3NH^4$	24	96	40,100	10,70	29,400	26,68	5,374	134,02	182
$0,5\ SO^4(NH^4)^2$	25	88	15,790	2,750	13,040	17,41	2,565	162,44	19[illegible]
$1\ NO^3Na$	26	96	27,38	8,090	19,290	29,54	4,034	147,33	209
$1\ PO^4HK^2$	27	88	33,015	8,530	24,485	25,83	5,449	165,0	222
$0,5\ NH^4Cl$	28	88	13,360	2,207	11,153	16,51	2,713	148,3	177
Eau distillée	29	95	39,65	5,113	34,537	12,89	5,885	148,4	17[illegible]

AGRONOMIE. — *Les matières azotées solubles comme facteur d'appréciation des farines.* Note de MM. **Eug. Rousseaux** et **Maurice Sirot**, présentée par M. A. Müntz.

Tous les chimistes qui se sont occupés d'analyses de farines savent combien l'interprétation des résultats obtenus offre de difficultés. Lorsque la farine est nettement avariée, des dosages tels que : acidité, matières grasses, gluten et ses caractères, etc., permettent de se prononcer.

Il existe pourtant des cas assez nombreux où le chimiste se trouve très embarrassé : lorsque de l'examen des chiffres seuls on ne peut que conclure à une farine de composition normale, quoique le praticien ait reconnu que sa farine présente des inconvénients à la panification. Ce fut le cas, par exemple, pour deux farines de composition satisfaisante.

Les résultats, trouvés par plusieurs laboratoires, conduisaient aux mêmes conclusions : farines de composition normale, et cependant des experts minotiers les déclarèrent toujours mauvaises et inaptes à faire du pain de bonne qualité.

Quand il s'agit, par exemple, de livraisons de plusieurs milliers de quintaux de farines du commerce pour les approvisionnements des manutentions militaires, on se rend compte de l'importance de la question.

Nous avons recherché si l'examen des matières azotées des farines ne nous donnerait pas un criterium plus certain que les dosages prescrits par les méthodes actuellement en usage.

De la connaissance de la formation et de la migration des principes immédiats des végétaux, on comprend qu'on puisse trouver dans le blé ou dans la farine les matières azotées sous les deux formes soluble et insoluble. On est amené à prévoir que, dans une farine provenant de graines complètement formées, les matières azotées seront en grande partie à l'état insoluble; que, dans les farines provenant de graines incomplètement formées, ou déjà en voie de germination, les matières azotées solubles seront dans une proportion plus forte. C'est ce principe qui nous a guidés dans nos recherches.

Nous nous sommes attachés d'abord à déterminer la proportion des matières azotées solubles dans les bonnes farines et à établir le rapport $\frac{\textit{matières azotées totales}}{\textit{matières azotées solubles}}$. Les méthodes de dosages employées sont les suivantes :

Azote total. — Dosage ordinaire de l'azote par la méthode Kjeldahl, en opérant sur 2^g de farine.

Azote soluble. — On introduit 10^g de farine dans un ballon de 200^{cm^3}, avec environ

150$^{cm^3}$ d'eau distillée; on mélange, en agitant, tout en versant l'eau. Le ballon est placé au bain-marie bouillant; on l'y laisse 2 à 5 minutes, en agitant fréquemment, le feu étant retiré de dessous le bain-marie; on enlève alors le ballon, on le refroidit, on le complète, on l'agite et l'on filtre. On recueille 50$^{cm^3}$ du filtrat, correspondant à 2^{g},5 de farine. L'azote y est dosé par la méthode Kjeldahl.

Ces dosages furent effectués sur une vingtaine de farines de bonne qualité, en même temps que les dosages de l'acidité et du gluten.

Nous en avons déduit le rapport moyen entre l'azote total et l'azote soluble. Ce rapport est assez constant et voisin de 5,72, avec des écarts de 0,30 en plus ou en moins.

Il était dès lors intéressant d'établir ce rapport pour des farines que l'analyse ordinaire elle-même caractérisait comme nettement mauvaise. Ce que nous supposions s'est trouvé vérifié : l'azote y est en partie solubilisé; le rapport peut tomber à 1,15; il y a alors presque autant d'azote soluble que d'azote insoluble.

Partant de farines bonnes à tous points de vue, nous avons étudié comment variait le rapport suivant les conditions de conservation. Tandis qu'il reste à peu près le même dans une farine bien conservée, il est passé, pour une farine première de Corbeil, de 6,02 à 4,00 dans l'espace de trois mois, par une conservation défectueuse, se rapprochant des conditions favorables à la germination (humidité et chaleur simultanées).

Après avoir étudié le rapport dans les divers cas ci-dessus, nous l'avons déterminé dans plusieurs farines qui nous étaient soumises. Pour deux qui donnaient une proportion normale de gluten assez beau, mais que l'acidité élevée (103^{mg} et 95^{mg}) classait parmi celles présentant des inconvénients à la panification, notre rapport, qui ne s'éloignait pas sensiblement de la moyenne, concordait avec la pratique pour permettre de les considérer comme satisfaisantes.

Par contre, d'autres farines présentaient des inconvénients à la panification et avaient cependant une acidité, un gluten normaux, et les caractères du gluten n'étaient pas sensiblement modifiés pour retenir l'attention du chimiste. Notre rapport, sensiblement inférieur à la moyenne (5,00 et 2,76), concordait ici encore avec la pratique pour faire considérer ces farines comme défectueuses.

Une même farine, de composition et de rapport normaux au début, a été suivie pendant plusieurs mois, elle était conservée en sacs au fournil. A un moment, le boulanger la trouvant inférieure à ce qu'elle était, le rapport était, en effet, tombé de 5,62 à 5,18.

Enfin, nous avons examiné des farines, provenant généralement de blés mal récoltés, et qui, après pétrissage et lors du repos précédant la mise en corbeilles, laissent échapper de l'eau, laquelle remonte à la surface de la pâte (farines qui relâchent); elles obligent à réajouter de la farine et à remanier la pâte; on obtient un pain moins beau et un rendement moins fort. Seul, dans ce cas, le rapport (4,05 et 4,32) a pu nous renseigner sur l'infériorité de telles farines.

En résumé, nos recherches nous permettent de dire que :

Dans les bonnes farines, le rapport moyen entre l'azote total et l'azote soluble, tel que nous l'obtenons, comme il a été dit, est voisin de 5,72; dès qu'il s'abaisse au-dessous de 5,20 nous avons toujours constaté qu'il correspondait à une farine inférieure, présentant un inconvénient quelconque à la panification.

Il semble résulter réciproquement que, pour qu'une farine soit bonne, il faut que ses matières azotées totales et solubles ne s'écartent pas sensiblement du rapport indiqué, et cela souvent indépendamment de l'acidité, qui est parfois peu élevée dans de mauvaises farines.

Nous n'avons pas la prétention de considérer ce rapport comme devant se substituer à l'analyse ordinaire, mais nous avons cru devoir faire connaître nos observations, car le rapport $\frac{\textit{azote total}}{\textit{azote soluble}}$ nous a permis souvent de nous rendre compte pourquoi une farine incriminée par la pratique était, en effet, défectueuse, malgré une analyse chimique ordinaire favorable, et, d'autre part, de confirmer ou de prévoir l'appréciation défavorable de la pratique pour des farines que leur composition autorisait à considérer comme normales.

AGRONOMIE. — *Recherches sur l'action fertilisante du soufre.* Note de M. A. **Demolon**, présentée par M. A. Müntz.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. 154, p. 524) nous avons signalé quelques résultats montrant que l'addition de soufre au sol peut exercer une action fertilisante parfois très marquée. Nous avons fait voir que ce soufre peut évoluer et se transformer en acide sulfurique. Toutefois, dans les conditions où nous nous étions placé, ce phénomène ne s'était produit qu'avec lenteur et était resté peu important au point de vue quantitatif. L'expérience suivante montre qu'il peut prendre une intensité très notable.

I. Deux terres de limon d'origines différentes A et B, renfermant respectivement 3 pour 100 et 2,80 pour 100 de carbonate de chaux, sont additionnées de 1 pour 100 de soufre en fleur débarrassé de toute trace d'acide sulfurique et placées dans des soucoupes en large surface. On ensemence avec quelques centimètres cubes de terre de jardin et l'on place à l'étuve à 20°. De temps à autre, on arrose avec de l'eau distillée. A plusieurs reprises la terre, devenue compacte, est broyée soigneusement au mortier. Au bout de 40 jours, on épuise chaque lot dans une allonge par l'eau distillée et l'on dose l'acide sulfurique.

		SO^4Ba pour 100g de terre.	Soufre transformé en SO^4H^2.
A	avec soufre	0,970	0,124
	témoin sans soufre	0,062	»
B	avec soufre	0,612	0,077
	témoin sans soufre	0,047	»

Le soufre, dans des conditions favorables, est donc susceptible de devenir une source continue et appréciable d'acide sulfurique. Celui-ci se retrouve à l'état de sulfate de chaux.

L'expérience suivante montre que le phénomène est lié à l'intervention de microrganismes.

II. Dans quatre tubes on place 50g de terre renfermant 1 pour 100 de soufre. Pour les tubes 1 et 3, la terre a été chauffée 1 heure à 105° avant l'addition de soufre. On amène à 20 pour 100 d'humidité avec de l'eau stérile et l'on scelle les tubes en laissant une chambre à air. Les nos 1 et 2 sont placés côte à côte dans le sol à 10cm de profondeur, les nos 3 et 4 à l'étuve à 25°. Au bout de deux mois (juillet et août) on dose l'acide sulfurique formé :

		SO^4Ba obtenu.	Différence en faveur de la terre non chauffée.
Dans le sol.	1 chauffé	0,092	0,073
	2 non chauffé	0,165	
Étuve à 25°.	3 chauffé	0,203	0,113
	4 non chauffé	0,316	

Le chauffage de la terre à 105° a ralenti l'oxydation du soufre, tandis que la température de 25° l'a accélérée.

Il est d'ailleurs aisé de constater que le soufre peut être facilement attaqué par les microbes du sol : si l'on ensemence avec un peu de délayure de terre un milieu liquide fermentescible, additionné de fleur de soufre, on obtient rapidement un dégagement de H^2S. Dans le sol et dans des conditions aérobies, le phénomène normal semble être l'oxydation sulfurique, la réduction des sulfates ne s'observant que dans des conditions excep-

tionnelles (abondance des matières organiques, milieu anaérobie). En résumé l'évolution du soufre dans le sol présente un parallélisme frappant avec celle de l'azote.

III. L'action fertilisante du soufre pouvant être à la fois d'origine chimique et biologique, nous l'avons mise en parallèle, en 1912, avec celle de l'acide sulfurique, de l'anhydride sulfureux et du sulfure de carbone.

Conditions de l'expérience. — Terre de jardin fertile sans engrais. SO^2 liquéfié et CS^2 sont injectés dans le sol quelques jours avant le semis (5^{cm^3} tous les 20^{cm} par ligne). Soufre 2^g par mètre linéaire. SO^4H^2 à 5 pour 100^{cm^3} par mètre.

Deux variétés de betteraves à sucre ont été expérimentées dans deux parcelles.

Variété Klein Wanzleben.

	Témoin.	Soufre.	SO^4H^2.	SO^2.	CS^2.
Poids moyen d'une racine...	0,334	0,342	0,326	0,408	0,439
Poids moyen des feuilles....	0,228	0,277	0,231	0,275	0,299
Densité....................	9,1	8,7	8,9	8,6	8,6
Sucre pour 100^{kg}...........	17,50	17,20	17,0	17,10	17,20
Pureté......................	89,2	90,7	92,5	90,4	91,6

Variété Bimpau.

	Témoin.	Soufre.	SO^4H^2.	SO^2.	CS^2.
Poids moyen d'une racine...	0,353	0,377	0,364	0,405	0,445
Poids moyen des feuilles....	0,317	0,361	0,322	0,362	0,324
Densité....................	8,7	9,0	8,8	8,7	8,9
Sucre pour 100^{kg}...........	17,20	17,20	17,50	17,20	17,70
Pureté......................	91,3	90,8	90,3	90,6	90,9

Bornons-nous à remarquer que l'action des antiseptiques gazeux a été beaucoup plus marquée que celle du soufre. Dans les deux cas, l'ordre a été : soufre, SO^2, CS^2, ce dernier ayant donné le maximum d'effet. Quant à l'acide sulfurique, il est resté sans action. Mais il est permis de penser que son application brutale avant le semis n'est nullement comparable à une formation progressive dans le sol au cours de la végétation.

IV. Des expériences réalisées en grande culture en 1912, et que nous exposerons en détail ailleurs, ressortent les faits suivants :

1° Le soufre peut encore jouer lorsqu'on pratique un apport normal de fumier de ferme, mais son action diminue et peut devenir nulle en présence d'une dose suffisante d'engrais organiques et minéraux ;

2° La pomme de terre est la plante de grande culture qui a, de la manière

la plus générale, bénéficié d'un apport de soufre. En terres légères, pauvres en carbonates terreux, une action nocive a pu être observée sur les céréales (dose 80g à l'hectare). Ce phénomène peut tenir à l'acidification de la réaction du sol;

3° Un apport de soufre à dose égale d'azote a donné les mêmes résultats qu'une fumure minérale complète (superphosphate, plâtre, sulfate de potasse).

En résumé l'action fertilisante du soufre semble pouvoir être attribuée :

a. A son action sur les microbes du sol (Boullanger, *Comptes rendus*, t. 154, p. 369; t. 155, p. 327);

b. A sa transformation progressive en acide sulfurique qui, non seulement peut constituer dans certains cas une source de soufre pour la plante, mais qui peut encore jouer le rôle de solubilisateur de certains éléments minéraux du sol, soit directement, soit indirectement par la formation de sulfate de chaux mobilisateur de la potasse.

PHYSIOLOGIE. — *Activité des centres nerveux et catabolisme azoté de la substance nerveuse*. Note de M. **L.-C. Soula**, présentée par M. A. Dastre.

Étant donnée la quantité d'azote total que renferme un poids donné d'organe ou de tissu, on peut apprécier le catabolisme des matières protéiques en déterminant la proportion par rapport à l'azote total de l'azote des albumines, des polypeptides, des acides aminés et de l'ammoniaque. On arrivera ainsi à établir des coefficients qui peuvent nous rendre compte de l'intensité de la désassimilation azotée.

En l'espèce, ce sont surtout les rapports de l'azote des polypeptides (*coefficient de protéolyse*) et de l'azote aminé (*coefficient d'aminogenèse*) à l'azote total qui sont à considérer.

Ce sont ces coefficients que nous avons déterminés pour les centres nerveux, à l'état normal, et soumis d'autre part à des conditions de nature à augmenter ou à diminuer leur activité.

De l'examen d'un très grand nombre de cerveaux et de moelles normaux il résulte que les valeurs moyennes de ces coefficients sont :

a. Pour le lapin, coefficient d'aminogenèse : 6 pour 100 dans le cerveau et 7,5 pour 100 dans la moelle; coefficient de protéolyse : 13 pour 100.

b. Pour le chien, coefficient d'aminogenèse : 6 pour 100 dans le cerveau et 7 pour 100 dans la moelle; coefficient de protéolyse : 17 pour 100.

c. Pour le rat, coefficient d'aminogenèse : 6,9 pour 100.

d. Pour le cobaye, coefficient d'aminogenèse : 5,5 pour 100.

I. *Influence des facteurs qui augmentent l'activité des centres nerveux* (expérience sur le lapin, le chien, le cobaye et le rat). — Nous avons étudié l'hyperthermie générale provoquée par échauffement de l'enceinte où se trouvait l'animal, l'hyperthermie locale par diathermie, la faradisation du neuraxe, l'asphyxie prolongée, les agents chimiques convulsivants, la fatigue et la toxine tétanique. D'une manière générale, tous ces facteurs augmentent d'une façon marquée les coefficients de protéolyse et d'aminogenèse. Cette augmentation varie légèrement selon l'agent étudié, mais est en moyenne pour le coefficient d'aminogenèse de 3 à 5 pour 100 et pour le coefficient de protéolyse de 10 pour 100. Il est à noter que, dans le cas des substances convulsivantes et de la faradisation, les effets sont bien dus à une action directe sur le neuraxe, car ils ont persisté au même degré sur des animaux soumis à la respiration artificielle et dans certains cas à la curarisation.

II. *Influence des agents qui diminuent l'activité des centres nerveux.* — Par contre, les facteurs qui diminuent l'excitabilité du système nerveux abaissent de même ces deux coefficients. Nous avons étudié les effets de l'hypothermie provoquée par des affusions froides, de la morphine, du chloral, de la chloralose, de l'éther, du chloroforme et de la toxine diphtérique. Dans tous ces cas nous avons noté un abaissement des deux coefficients; cet abaissement est moins accentué que ne l'est leur élévation sous l'influence des excitants. En tous cas, sur les animaux soumis à ces influences les coefficients d'aminogenèse et de protéolyse ont toujours eu des valeurs inférieures à la normale.

L'ensemble de ces résultats nous montre donc que tous les agents qui augmentent l'activité des centres nerveux déterminent également un accroissement de la désassimilation azotée dans la substance nerveuse et que cet accroissement est, d'une façon générale, proportionnel à l'augmentation d'activité des centres. Inversement, tous les facteurs qui diminuent l'excitabilité du système nerveux abaissent l'intensité de la désintégration protéique.

Il résulte également de nos expériences que la source d'énergie à laquelle puisent les centres nerveux pour leur travail physiologique est constituée au moins par les principes azotés.

EMBRYOLOGIE ET PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur la nature et le développement de l'organe lumineux du Lampyre noctiluque.* Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Henneguy.

M. von R. Vogel, de Tübingen, a bien voulu m'adresser un intéressant travail sur la topographie et le développement des organes lumineux du *Lampyris noctiluca* (¹) qu'il vient de publier.

L'auteur fait observer, avec raison, que Leydig, en faisant dériver du corps adipeux les organes lumineux de *Lampyris splendidula* à cause d'une certaine ressemblance structurale entre les deux tissus, n'a pas démontré cette transformation. Cette hypothèse a été combattue par Kölliker qui avait vu dans ces organes lumineux les analogues d'organes nerveux semblables aux organes électriques des Poissons, à cause des faisceaux nerveux qui s'y ramifient et viennent s'y perdre : cette opinion est doublement erronée puisque ces derniers sont plutôt assimilables à des organes musculaires. Wielowiesjki croit qu'il y des rapports assez étroits avec le corps adipeux, mais il est d'abord indécis, puis, plus tard, il croit que la couche d'urates (?) renfermant de l'acide urique (?) est apparentée au corps adipeux, tandis que la couche parenchymateuse lumineuse se compose, par contre, de cellules dérivant des *œnocytes* et serait par conséquent d'origine ectodermique. Von Vogel fait observer, avec raison, que toutes ces données sur l'origine des organes lumineux ne peuvent être que des suppositions plus ou moins fondées, n'étant que des déductions tirées de la structure d'organes développés : l'histoire du développement peut seule apporter la certitude. Von Vogel penche vers l'opinion que les organes lumineux dérivent du corps adipeux parce qu'il voit se produire dans les cellules de ces derniers des processus d'histolyse, non pas identiques, mais analogues : formation de granulations de nature albuminoïde, cellules sans membranes, irrégulièrement déchiquetées, multiplication mitosique très active « dans les amas adipeux » voisins de l'hypoderme et destinés à la formation des organes lumineux. Enfin, d'après von Vogel, l'organe lumineux larvaire serait complètement isolé de l'hypoderme à une période de son développement.

Von Vogel ne paraît connaître mes recherches sur les organes lumineux que par ce qu'en a dit E. Mangold, et cela explique pourquoi il a cru devoir entreprendre une étude faite depuis longtemps déjà par moi sur leur ontogénie.

Au début de mes recherches sur les Pyrophores, j'ai bien cru, avec Leydig, que les organes lumineux des Insectes dérivent du corps adipeux;

(¹) Von R. Vogel, *Zur Topographie und Entwicklungsgeschichte der Leuchtorgane von* Lampyris noctiluca (*Zool. Anz.*, Bd. XLI, Nr. 7, 11 Februar 1913).

mais en examinant de plus près ce point de la question j'ai pu établir *ab ovo* qu'il n'en est pas ainsi (¹).

Contrairement à l'opinion de Wielowiesjki, la luminosité se produit à l'intérieur de l'œuf. Elle se montre déjà dans les oviductes de très bonne heure et en dehors de toute fécondation préalable, avant toute formation blastodermique.

Au début du développement, les cellules photogènes sont localisées dans le blastoderme qui se forme aux dépens du vitellus de formation. Le vitellus de nutrition n'est pas photogène comme le croit von Vogel. En outre les observations de von Vogel ne font que confirmer l'existence de l'organe photogène dans la larve avant l'éclosion, car je l'ai depuis longtemps signalée.

Chez la larve, l'organe prend naissance aux dépens des cellules profondes de l'hypoderme, et, alors même que l'organe lumineux larvaire semble plus tard isolé au milieu du tissu adipeux, il est relié à la face interne de l'hypoderme par un pédicule, très fin il est vrai, dans le second âge.

Dans la période nymphale pendant laquelle les téguments ne sont pas encore pigmentés, toute la face interne du squelette se montre légèrement phosphorescente.

Cette origine ectodermique, absolument étrangère à la formation du corps adipeux, se montre à tous les stades du développement, aussi bien chez le mâle que chez la femelle du *Lampyris noctiluca*, et surtout dans les organes photogènes des *Pyrophores* où j'ai bien mis en évidence la naissance des cellules photogènes aux dépens de l'ectoderme, c'est-à-dire de la prolifération des cellules profondes de l'hypoderme. Wielowiesjki croyait que la couche dite *crayeuse* était d'une origine différente de celle de la couche parenchymateuse. Von Vogel a confirmé l'opinion que j'ai toujours soutenue, aussi bien pour les Lampyrides que pour les Élatérides, à savoir que les deux couches sont continues, ainsi que cela se voit nettement dans les organes adultes de la femelle du Ver luisant et chez les Pyrophores des deux sexes (²) : les cellules de la couche crayeuse ne sont que des cellules parenchymateuses modifiées par l'histolyse glandulaire, et avec produits oxydés cristallins résultant de l'oxydation photogénique de la luciférine

(¹) Voir *Leçons de Physiologie générale et comparée*, chez Masson, Paris, 1898, 12ᵉ leçon, p. 301 et suiv.

(²) *Loc. cit.*, p. 145, 146, 159, 160, 161.

par la luciférase. Les organes photogènes des Insectes sont, en effet, des glandes comme tous les autres organes différenciés en vue de la fonction photogénique. Actuellement, l'étude phylogénique, à elle seule, suffirait à le prouver, si la physiologie ne l'avait montré depuis longtemps déjà. Mais il en existe de deux types bien distincts : 1° des *glandes à sécrétion externe* (Myriapodes, par exemple); 2° des *glandes à sécrétion interne*. On peut dire que ces dernières peuvent servir de type fonctionnel. On voit le sang y pénétrer par un mécanisme que j'ai le premier décrit, et en sortir chargé de produits élaborés dans la glande ([1]). Il existe d'autres glandes à sécrétion interne chez divers animaux autres que des Articulés, par exemple chez les Céphalopodes, chez lesquels les glandes photogènes offrent les plus grandes analogies avec celles des Insectes.

Conclusions. — L'ontologie, la phylogénie et la physiologie s'accordent pour montrer :

1° Que les organes photogènes dans toute la série sont d'origine ectodermique;

2° Que ce sont des glandes;

3° Que ces glandes se ramènent à deux types distincts : (*a*) glandes à *sécrétion externe;* (*b*) glandes à *sécrétion interne;*

4° Les organes photogènes des Insectes montrent très nettement les détails du mode de fonctionnement des glandes à sécrétion interne.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence du bore dans la série animale.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **H. Agulhon**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons réussi, l'année dernière, à l'aide d'une méthode sûre et d'une très grande sensibilité, à découvrir des traces de bore dans la plupart des organes du Cobaye, du Lapin, du Mouton, du Bœuf et du Cheval ([2]).

Nous nous sommes demandé s'il s'agissait là d'un fait spécial, propre à la classe des Mammifères, analogue, par exemple, à celui de l'existence du cuivre dans le sang chez les Crustacés et certains Mollusques, ou bien, au

([1]) *Loc. cit.*, p. 328-335.

([2]) *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 248.

contraire, si la présence du bore s'étendait, comme celle de l'arsenic et celle du manganèse, à tous les représentants de la série animale.

Les nouvelles expériences que nous avons entreprises pour répondre à cette importante question de Chimie biologique comparée ont porté sur 27 espèces choisies dans les différentes classes.

Sauf en ce qui concerne le Maquereau, le Merlan et la Limande que nous avons achetés au marché, nous sommes partis d'animaux vivants pour nos expériences. L'Orque, la Tortue de mer, la Roussette et les Seiches ont été capturés au cours d'une croisière entreprise par S. A. S. le Prince de Monaco et les échantillons destinés aux analyses séparés, lavés et desséchés aussitôt par l'un de nous. La conservation dans l'alcool, liquide très difficile à obtenir exempt de bore, a été ainsi évitée.

Chaque expérience a été effectuée en général sur 10^{g} de matières sèches. Lorsque les animaux étaient de taille supérieure à celle qui correspond à ce poids, ils étaient divisés avant la dessiccation et l'on opérait sur une partie seulement du résidu sec. Les animaux ont toujours été soigneusement débarrassés de toutes souillures : particules solides, eau de mer, etc. On a évité, chaque fois que cela aurait pu se produire, la contamination par les restes de substances alimentaires en éliminant, soit le contenu du tube digestif, soit même l'intestin. Il n'y a eu d'exception à cette règle que pour les Crevettes, les larves de *Tenebrio* et de *Chironomus*, à cause de la petitesse de ces animaux et du grand nombre d'individus sur lequel il a fallu opérer.

Le mode de recherche du bore a été le même que dans nos expériences antérieures : destruction des matières organiques au moufle ou à la bombe de platine, éthérification de l'acide borique contenu dans les cendres, distillation et saponification du borate de méthyle; reconnaissance, enfin, de l'acide borique mis en liberté par le papier au curcuma, dans des conditions spéciales, et, parfois même, au spectroscope, après transformation en fluorure de bore.

Nous résumons la nouvelle série d'expériences dans le Tableau suivant où nous indiquons successivement les noms des animaux et des organes examinés, les poids de substances analysées et, pour donner un aperçu de l'intensité relative de la réaction obtenue dans chaque cas avec l'acide borique, les longueurs de papier au curcuma colorées en rouge, virant au bleu par l'ammoniaque étendue :

Noms des animaux.	Organes examinés.	Poids. Secs.	Frais.	Long. color. après 18 h.	48 h.
Mammifères :					
Souris blanche (combustion à la bombe).	Entière, moins l'intestin	4 g	14 g	2 mm	
Orque (*Orca gladiator* L.)............	Peau	10		8	
Oiseaux :					
Pigeon	Plumes	10		5	6 mm
Id.	Muscles et os	10	25	0	2
Reptiles :					
Tortue de mer (*Thallasochelis caretta* L.).	Écaille	10		6	
Tortue des marais (*Cistudo europœa* Dum.)	Id.	10		4	6
Id.	Membres	10		2	4
Batraciens :					
Grenouille (*Rana temporaria* L.)......	Sans l'intestin	14,5	60	4	
Poissons :					
Carpe n° 1..........................	Peau et écailles	27	87	2	3
Id.	Viscères	6	35	0	2
Carpe n° 2..........................	Muscles	10	57	0	0
Truite n° 1..........................	Sans les viscères	10	36,6	0	0
Id.	Id.	20	73,2	0	0
Truite n° 2 (combustion à la bombe)....	Intestin vidé	20	71	0	1
Tanche..............................	Sans les viscères	10	50	2	
Anguille............................	Id.	10		1	3
Maquereau...........................	Id.	10		4	
Merlan..............................	Id.	10	51,5	3	
Limande.............................	Id.	10	43,1	3	
Id. (combustion à la bombe)......	Id.	10	43,1	3	
Roussette (*Scyllium canicula* Cuv.)....	Peau	10		8	
Insectes :					
Vers de farine (*Tenebrio molitor*)......	Entiers	10	23,8	3	
Vers de vase (*Chironimus plumosus*)...	Id.	8,5	55	3	
Crustacés :					
Crevettes grises......................	Entières	10	38	4	
Langouste...........................	Carapace	10		7	
Id.	Muscles	10	45,6	5	
Id.	Glande génitale	9		5	
Id.	Sang	1		3	
Écrevisses..........................	Carapaces	11		1	3

Noms des animaux.	Organes examinés.	Poids. Secs.	Frais.	Long. color. après 18 h.	48 h.
Céphalopodes :					
Seiches	Os	10g		3mm	
Gastéropodes :					
Escargots (*Helix pomatia* L.)	Sans coquille	10		6	
Ormeaux (*Haliothis tuberculata* L.)	Pied	10	44g	2	
Lamellibranches :					
Coquille Saint-Jacques (*Pecten Jacobœus* L.)	Muscle adducteur	10	58,8	7	
Hirudinées :					
Sangsues (*Hirudo officinalis* L.)	Entières	15	86	0	1mm
Échinodermes :					
Oursins (*Strongylocentrotus lividus*)	Test	14		6	8
Étoile de mer (*Asterias rubens*)	Téguments	9,5	34	8	10
Id. (*Asterias glacialis*)	Id.	5	18,5	7	
Id. Id.	Glande génitale	6	37	7	8

La recherche du bore en s'aidant du spectroscope a été tentée sur 12g de peau de Roussette, 30g de carapace de Langouste et 20g de téguments d'Étoile de mer (*Ast. glac.*), après destruction des matières organiques au moufle; elle a donné, dans les trois cas, une réaction très nette.

Ces résultats, joints à ceux que nous avons déjà publiés, autorisent à penser que *le bore existe normalement en très petites proportions dans l'organisme de tous les animaux.* Au point de vue de la répartition quantitative, on peut dire que c'est surtout parmi les espèces d'origine marine qu'on rencontre les plus riches; chez d'autres, comme la Truite et la Sangsue, la proportion de bore est, au contraire, extraordinairement petite, de l'ordre de $\frac{1}{100\,000\,000}$ de métalloïde par rapport à la matière vivante.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Contribution à la connaissance du plasma de propeptone.* Note de M. **Henri Stassano**, présentée par M. A. Dastre.

Il est bien établi que le foie intervient dans la production de l'incoagulabilité du sang à la suite d'une injection intra-veineuse de propeptone. Il s'agit d'une véritable sécrétion interne (substance anticoagulante, anti-

thrombine), provoquée par l'arrivée brusque de protéoses au niveau du parenchyme hépatique. D'après certains physiologistes, cette sécrétion représenterait l'exaltation d'une manifestation normale, constante, de l'activité physiologique du foie.

On ignore cependant par quel mécanisme agit cette substance anticoagulante : sur lequel des différents facteurs de la coagulation exerce-t-elle son action empêchante ?

Mes expériences, dont quelques-unes sont résumées dans cette Note, pourront éclaircir cette question. Ces expériences portent sur les caractères du plasma de propeptone.

Une importante propriété de ce plasma de propeptone incoagulé, c'est qu'il coagule par dilution d'eau distillée (2^{vol}, par exemple) [1]. D'autres plasmas incoagulés, le plasma salé, notamment, coagulent aussi lorsqu'on les étend d'eau distillée. Mais ce qui distingue et caractérise le premier plasma, c'est qu'il coagule par dilution, même s'il est étendu d'eau distillée additionnée d'un sel anticoagulant; par contre, les plasmas salins (salé, oxalaté, citré, etc.), ne coagulent pas par dilution en présence d'un sel décalcifiant.

En somme, on a là deux sortes de plasmas, le plasma de propeptone, d'une part, et les plasmas salins, d'autre part, qui se comportent de même, le premier comme les autres, à l'égard de l'addition d'eau distillée: ils coagulent. Mais ils se comportent différemment lorsqu'on les dilue avec les solutions anticoagulantes (oxalate 1,2 pour 1000, fluorure 3 pour 1000, citrate alcalin 5 pour 1000, etc.). Le plasma de propeptone coagule encore; les plasmas salins, au contraire, le plasma salé en particulier, dont je me suis servi habituellement dans mes expériences, ne coagulent plus. Ces différents plasmas ne se trouvent donc pas dans la même condition vis-à-vis du fibrin-ferment.

Le plasma de propeptone se comporte dans cette circonstance comme un mélange de sérum et de fibrinogène [2] en solution décalcifiée qui coagule, mais non pas comme un mélange de sang et de fibrinogène en solution décalcifiée qui ne coagule pas. La concordance de ces faits nous amène ainsi à admettre que l'agent de la coagulation, le fibrin-ferment, est dans le

---

(1) Cette expérience réussit avec les plasmas de propeptone doués de pouvoir anticoagulant moyen.

(2) J'emploie comme solution de fibrinogène, *liqueur test* de Dastre et Stassano (*La coagulation du sang*, thèse de A. Daumas, Faculté des Sciences, Paris, 1910); la sérosité péritonéale de cheval.

plasma de propeptone à l'état actif où il se trouve dans le sérum, c'est-à-dire complètement formé (fibrin-ferment ou thrombine des auteurs modernes), et non pas à l'état où il est dans le sang circulant ainsi que dans le sang extra-vasé en présence des solutions décalcifiantes ou dans le plasma salé dilué en solution anticoagulante, c'est-à-dire à l'état inactif de profibrin-ferment. On sait que la présence d'un sel de chaux en état convenable (ionisé) est nécessaire à la formation du fibrin-ferment; de plus, nous avons démontré, M. A. Daumas et moi (¹), que le calcium n'est pas nécessaire dans l'action du fibrin-ferment tout formé sur le fibrinogène. Son intervention est simplement favorisante dans cette seconde phase de la coagulation. Aussi le plasma de propeptone étendu de 2^{vol} d'une solution décalcifiante, au lieu d'eau distillée, coagule, tout en se prenant en masse avec un certain retard sur la dilution témoin.

De même, dans les trois cas suivants, le plasma de propeptone se comporte tout autrement que le plasma salé, et cette différence entraîne la même conviction, à savoir : dans le plasma de propeptone, le fibrin-ferment est parvenu à l'état actif.

I. La dilution du plasma de propeptone est suivie de coagulation avec un retard insignifiant à basse température (glacière à 5° environ) et avec une légère avance à l'étuve (37°) sur le temps que met à coaguler, à la température du laboratoire, un échantillon de ce même plasma étendu d'un nombre égal de volumes d'eau distillée. Au contraire, le plasma salé étendu, par exemple, de 4^{vol} d'eau distillée, coagule avec un retard important de 5 à 6 heures, à la glacière, et une avance considérable (plus de la moitié) à l'étuve vis-à-vis de l'échantillon témoin exposé à la température du laboratoire. Il est donc très sensible à l'influence de la température, tandis que le plasma de propeptone ne l'est guère.

II. Le plasma de propeptone étendu d'eau distillée dans des tubes paraffinés (paraffine fusible à 37°-38°), à la température de l'étuve, coagule avec un léger retard, alors que, dans ces mêmes conditions (même paraffine et même température), le plasma salé dilué demeure *indéfiniment* liquide. C'est là un exemple remarquable de l'influence inhibitrice de l'état lisse de la paroi sur la transformation du profibrin-ferment en fibrin-ferment actif.

(¹) Stassano et Daumas, *Du rôle double du calcium dans la coagulation du sang et de la lymphe* (*Comptes rendus*, 11 avril 1910).

III. Le pouvoir coagulant du plasma de propeptone, vis-à-vis de la sérosité péritonéale du cheval, *liqueur test*, est sensiblement plus fort au moment où il est étendu d'eau distillée qu'au moment où, 2 ou 3 heures après, débute sa coagulation. Par contre, des gouttes de plasma salé, prélevées au moment de la dilution et additionnées à de la sérosité péritonéale de cheval (3^{cm^3} par tube), y provoquent des coagulums plus tardifs et moins volumineux qu'un nombre égal de gouttes du même plasma salé, mais prélevées plus tard, au moment de la prise en caillot. Bordet et Gengou (¹) ont les premiers attiré l'attention sur cette augmentation graduelle du pouvoir coagulant du plasma salé dilué, correspondant à la transformation progressive du profibrin-ferment en fibrin-ferment actif.

La manière, radicalement opposée, de se comporter du plasma de propeptone vis-à-vis du plasma salé dilué dans ces trois derniers cas, relève évidemment de l'état différent où le fibrin-ferment se trouve dans les deux plasmas au moment de la dilution. Dans le plasma salé il est, avant la dilution, à l'état inactif de profibrin-ferment; les faits que je viens de signaler permettent de croire qu'il doit être, par contre, à l'état de fibrin-ferment actif dans le plasma de propeptone, ainsi que le prouve la propriété que ce plasma possède de coaguler par dilution même en présence d'un sel décalcifiant. Je l'ai montré plus haut.

S'il en est ainsi, la substance anticoagulante que le foie déverse dans la circulation sous le stimulus de la propeptone, ne s'oppose pas à la formation du fibrin-ferment dans le sang extravasé. Il reste à voir si elle en détermine l'incoagubilité en empêchant le fibrin-ferment d'agir sur le fibrinogène ou en portant son action sur le fibrinogène lui-même.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les résultats donnés par les ballons-sondes au nord du cercle polaire*. Note de M. **H. Maurice**, présentée par M. H. Deslandres.

M. Léon Teisserenc de Bort a communiqué à l'Académie, le 8 juillet 1907, les premiers résultats donnés par les ballons-sondes que M. H. Hildebrandsson et lui m'ont fait lancer la même année au nord du cercle polaire.

Depuis cette Communication, deux autres séries de lancers ont été faites au même lieu, en 1908 et en 1909; en outre, un certain nombre des ballons

(¹) Bordet et Gengou, *Ann. Inst. Pasteur*, t. XVIII, 1904.

lancés en 1907 ont été retrouvés au cours des années suivantes. La maladie de M. Teisserenc de Bort l'a empêché de publier les résultats complets de ces expériences, résultats qui ne font d'ailleurs que confirmer les premiers et dont on trouvera ci-dessous un résumé succinct.

Les ballons ont tous été lancés à Kiruna, petite ville sise en Laponie suédoise, par 67° 50′ de latitude nord et 17° 54′ de longitude est de Paris, à une altitude de 500^{m} au-dessus du niveau de la mer.

Nous avons eu trois séries de lancers : du 4 mars au 1er avril 1907, du 16 février au 12 mars 1908 et du 17 au 29 août 1909. En tout, on a lancé 72 ballons dont 41 ont été retrouvés et 39 ont donné des résultats utilisables (15 de 1907, 16 de 1908 et 8 de 1909).

L'altitude maxima atteinte a été de 22 760^{m}, le 24 février 1908, et la température la plus basse observée a été de −75°,6, à 11 110^{m}, le 18 février 1908. Le Tableau suivant donne les résultats abrégés de quelques-uns des ballons retrouvés :

	Température						Altitude de la température minima.	Altitude maxima.
Date.	au sol.	à 5000^{m}.	à 10000^{m}.	à 15000^{m}.	à 20000^{m}.	minima.		
	°	°	°			°	m	
14 mars 1907........	−12,1	−29,4	−69,1	»	»	−69,8	10400	13420
26 mars 1907 (matin).	− 4,5	−14,8	−50,6	−53°,1	»	−56,7	11840	17990
26 mars 1907 (soir)...	+ 0,5	−25,4	−46,6	−40,7	»	−48,3	10190	18600
29 mars 1907........	− 1,0	−20,9	−55,5	−45,2	−43°,6	−66,3	11740	22240
30 mars 1907........	− 2,0	−18,7	−54,0	−60,8	»	−64,3	18650	18650
18 février 1908.......	− 7,9	−28,6	−67,0	»	»	−75,6	11110	12430
22 février 1908.......	−18,1	−23,6	−61,5	−65,7	−71,0 (1)	−71,0	19970	19970
24 février 1908.......	−14,2	−28,7	−58,6	−59,6	−66,4	−69,1	22760	22760
25 février 1908.......	−11,4	−27,5	−51,8	−52,8	»	−53,1	18510	18510
27 février 1908.......	−14,2	−32,3	»	»	»	−51,2	8820	9720
19 août 1909.........	+12,0	− 8,4	−41,4	−48,5	»	−62,9	12800	8850
23 août 1909.........	+11,0	− 6,7	−37,7	−48,2	»	−52,5	12680	18700
29 août 1909.........	+ 6,0	−21,4	−43,1	»	»	−46,1	8620	12250

En général, les ballons ont été retrouvés à l'est de Kiruna, montrant ainsi la prédominance des vents d'Ouest dans les couches supérieures, phénomène d'ailleurs conforme à la théorie du tourbillon polaire de Ferrel et déjà mis en évidence par les observations des nuages élevés, comme l'a montré M. H.-H. Hildebrandsson. Cependant les ballons lancés pendant les jours les plus froids, en hiver, sont toujours tombés assez près et souvent un peu à l'ouest de Kurina, ce qui prouve que, par hautes pressions, les vents supérieurs d'Ouest sont moins réguliers et moins forts.

Tous les ballons retrouvés montrent qu'à partir d'une certaine hauteur

(1) Température extrapolée.

le gradient vertical devient nul ou très faible et souvent négatif. Au-dessus de cette altitude, la température ne présente plus que de petites variations irrégulières, après un réchauffement fréquent.

Cette couche a été nommée *couche isotherme* ou *stratosphère* par M. Teisserenc de Bort qui a, le premier, démontré son existence dans la zone tempérée. Dans nos régions, cette couche se rencontre toujours à une altitude variant entre 7000ᵐ et 12000ᵐ, et sa température varie de — 45° à — 65° environ; dans les régions équatoriales, au contraire, elle n'a été atteinte que rarement et seulement vers 15000ᵐ ou 17000ᵐ avec des températures beaucoup plus basses (— 85°).

Au nord du cercle polaire, l'altitude et la température de cette couche varient suivant les mêmes lois que dans les régions tempérées, c'est-à-dire que dans les aires de hautes pressions. La stratosphère se rencontre plus haut et est plus froide que dans les dépressions, comme l'a montré M. Teisserenc de Bort (voir *Comptes rendus*, séance du 1ᵉʳ mars 1909, p. 591).

En Laponie, les différentes séries de lancers n'ont pas montré de caractères saisonniers bien nets. Par exemple, bien que les lancers de 1908 aient été faits pendant une saison plus froide que ceux de 1907, les températures dans la haute atmosphère ne sont pas très différentes et les variations semblent dépendre de la situation météorologique plutôt que de la saison.

En été, les températures sont en général plus élevées à toutes les altitudes qu'en hiver, mais là encore, les différences sont petites par rapport à celles dues aux changements de la situation. Le gradient vertical de température est d'ailleurs plus grand en été qu'en hiver, ce qui fait que, en général, les différences entre les températures d'été et d'hiver tendent plutôt à s'atténuer avec la hauteur.

Si l'on compare les ballons lancés simultanément à Kiruna et à Trappes, on voit que les règles qui font varier l'altitude de la stratosphère s'appliquent aussi bien dans l'espace que dans le temps. Le 28 mars 1907, par exemple, Kiruna est dans les basses pressions et Trappes dans l'anticyclone; à 500ᵐ, la température est de + 2°,9 à Kiruna et de + 5°,5 à Trappes; à 6000ᵐ, ces températures sont respectivement, — 29° et — 17°, mais la couche isotherme se rencontre à 9800ᵐ en Laponie avec une température de — 49°, et en France, cette couche est à une altitude de 12000ᵐ et une température de — 65°, alors que, en Laponie, à ce niveau, on n'observe que — 42°.

Les températures au niveau du sol sont naturellement beaucoup plus

basses en Laponie qu'à Trappes, mais ces différences s'atténuent en général avec la hauteur et les températures aux grandes altitudes ne sont pas beaucoup plus froides au nord du cercle polaire que dans la région de Paris; elles peuvent même quelquefois, comme dans l'exemple ci-dessus, être beaucoup plus chaudes.

En résumé, en comparant ces lancers et ceux faits dans les régions tempérées ou équatoriales, on arrive à ce résultat assez inattendu, qu'à une altitude très élevée (16000^m, par exemple) on observe des températures d'environ $-50°$ à $-60°$ dans les régions circumpolaires et tempérées et de $-80°$ sous l'équateur, de sorte que la distribution de la température suivant le méridien est inverse auprès du sol et aux grandes hauteurs, ce qui semble montrer que l'épaisseur des couches atmosphériques où se produisent des mouvements verticaux de l'air est beaucoup plus grande dans les régions équatoriales que partout ailleurs.

HYDROLOGIE. — *Sur l'étude des températures des eaux souterraines dans les captages pour l'alimentation publique.* Note de M. E.-A. MARTEL, présentée par M. L. De Launay.

A différentes reprises j'ai attiré l'attention (*Comptes rendus*, 12 mars 1894, 13 janvier 1896, etc.) sur l'importance pratique des variations saisonnières de température de certaines eaux souterraines. J'ai fait connaître que ces variations, beaucoup plus considérables qu'on ne l'affirmait il y a 20 ans, sont la conséquence d'une pénétration rapide des infiltrations superficielles et qu'elles coïncident en général, parmi les terrains fissurés et dans les régions habitées, avec les changements de débit, et avec la mise en jeu d'éléments de contaminations plus ou moins graves.

Bien que cette notion ne cesse d'être confirmée par les faits, et bien qu'elle fournisse un moyen des plus commodes de s'éclairer sur l'origine et les pollutions des eaux de puits et d'émergences destinées à l'alimentation publique, on n'est pas parvenu jusqu'ici à faire apprécier à sa réelle valeur ce mode expérimental d'investigation. Et l'on voit encore trop souvent figurer, dans les ouvrages d'hydrologie et même dans des rapports scientifiques, cette opinion trop absolue que les eaux souterraines ont une température à peu près constante.

On persiste à tort à considérer comme une loi météorologique que la température de ces eaux est partout égale à la moyenne annuelle de la tem-

pérature du lieu. Il importe donc de révéler les nouveaux renseignements qui doivent définitivement faire abandonner le dogme suranné de la constance générale de température des eaux de puits et d'émergence. Ils sont fournis en grand nombre par les premiers dossiers adressés au Ministère de l'Agriculture pour l'inventaire des ressources hydrauliques du sous-sol de la France, récemment organisé par les soins de M. Dabat, directeur général des Eaux et Forêts, qui a bien voulu m'en confier le dépouillement.

Ainsi, dans le département de la Gironde, une profusion de sources montre des températures qui varient selon les saisons de 6° à 14°. Dans le Nord, les écarts de température saisonniers atteignent de 3° à 7° (6° ou 8° à 12° ou 13°C.); dans les arrondissements de Douai et de Cambrai, de nombreuses petites sources, à température d'ailleurs variable, présentent (par un phénomène absolument inexpliqué) une moyenne inférieure de 6° à 8° à la moyenne annuelle locale. A Cartignies, dans le canton d'Avesnes, une source était même à 5° le 14 décembre 1909 et à 16° en juin-juillet 1910, soit un écart de 11°.

Les observations de ce genre ne font que se multiplier. Elles s'appliquent même à des nappes d'eau alimentant les puits peu profonds. Le 17 janvier 1913, par exemple, le puits du Chemin-des-Laitiers, entre Montmorency et Andilly, derrière Soisy (Seine-et-Oise), marquait 8°,3 seulement sous une épaisseur de 4^{m} d'eau. Cet écart avec la moyenne annuelle de la région de Paris 10°,5 à 11° décelait nettement l'origine très superficielle et la contamination probable de l'eau qui l'alimentait.

La véritable loi hygiénique et météorologique à la fois des eaux souterraines, en terrains fissurés et habités, est donc la suivante :

« Elles varient, d'une saison à l'autre, aussi bien en température qu'en débit : et elles présentent d'autant moins de chances de pureté que leur température et leur débit sont plus variables, parce que leur degré de filtrage est fonction de leur vitesse de transmission. »

Il y a là une vérité certaine qui, combinée avec les observations géologiques, doit trouver la plus sérieuse et utile application dans l'étude des projets de captage d'eau potable. Et il faut nécessairement reconnaître que la fixité de température n'existe dans les eaux souterraines (les griffons thermo-minéraux mis à part) que parmi les *véritables nappes continues* des sables et terrains finement détritiques (possédant seuls des sources normales et constantes), les nappes captives et les nappes artésiennes, *géothermiquement équilibrées* tant par la profondeur de leur gisement que par la lenteur et la régularité de leur alimentation.

M. **Jean Despis** adresse un Mémoire relatif à une *Hélice aérienne*.

M. **Joseph Rodet** adresse une Note intitulée : *Stabilisation automatique de l'aéroplane par le pendule*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Paul Schwartz** adresse une Note relative à des *Procédés particuliers de réception par télégraphie sans fil*.

Une Note de M. **Roussy**, intitulée : *Théorie mathématique de la loi géométrique de la surface du corps humain de dimensions quelconques*, présentée dans la séance précédente, est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. *Humbert* et *Hadamard*.

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 février 1913.

Lettres écrites pendant la Campagne de 1870-1871, par Georges-Henri Halphen, officier d'artillerie. Paris, imp. R. Hermjeu, 1912; 1 fasc. in-8°. Exemplaire n° 98. (Présenté par M. Darboux. Hommage de la famille.)

Biologische Untersuchungen, von Gustav Retzius; neue Folge XVII, mit 16 Tafeln. Stockholm et Iéna, 1912; 1 vol. in-f°. (Hommage de l'auteur.)

Journal of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; second series, t. XV; published in *Commemoration of the one hundreth anniversary of the founding of the Academy, march* 21, 1912; 1812-1912. Philadelphie, 1912; 1 vol. in-f°. (Présenté par M. Darboux.)

Traité de la couleur au point de vue physique, physiologique et esthétique, comprenant l'exposé de l'état actuel de la question de l'harmonie des couleurs, par

M. A. Rosenstiehl; avec 56 figures et 14 planches coloriées. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1913; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Beiträge zur Geschichte der niedersächsischen Familie Roscher : 1° Lebenslauf des Dr Albrecht Roscher, von Heinrich Roscher. — 2° Albrecht Roscher : *Die Erforschung des Nigerstromes.* Hambourg, L. Friederischen et Cie, 1912; 1 vol. in-8°. (Transmis par M. le Ministre des Colonies. Hommage de M. H. Roscher.)

Supplément à la Notice sur les travaux scientifiques de M. André Blondel. Paris, Gauthier-Villars, 1913; 1 fasc. in-4°.

L'ingénieur Pierre Vernier à Dôle, par M. Julien Feuvrier; Communication faite au Congrès de l'*Association franc-comtoise*, le 1er août 1912, à Ornans. (Extr. du *Bulletin de l'Académie de Besançon*, 4e trimestre 1912.) Besançon, imp. Jacques et Demontrond; 1 fasc. in-8°.

La structure de l'Univers déduite des grandes lois de la nature, par D. Brisset. Paris, autographie Me Blanc, s. d.; 1 fasc. in-8°.

M. Louis Favre, ingénieur agronome, fait hommage des cinq Opuscules suivants :

Projet d'organisation de la Science, par Louis Favre. Paris, Schleicher frères, 1899; 1 fasc. in-12.

Le hasard. Le déterminisme; communication faite à la Sociologie de Paris, 13 mars 1912, par Louis Favre. (Extr. de la *Revue internationale de Sociologie.*) Paris, M. Giard et E. Brière, 1912; 1 fasc. in-8°.

Pourquoi il faut étudier les phénomènes psychiques. L'Esprit scientifique, par Louis Favre. (Extr. du *Bulletin de l'Institut général psychologique*, nos 5-6, 2e année, 1911. Paris; 1 fasc. in-8°.

Influence de l'orientation sur l'activité animale, par M. L. Favre. (Extr. du *Bulletin de l'Institut général psychologique*, nos 5-6, 11e année, 1911.) Paris, 1 fasc. in-8°.

La baguette dite divinatoire et l'expérimentation, par M. L. Favre. (*Institut général psychologique :* Section des recherches psychiques et physiologiques. Extr. du *Bulletin* n° 2, 9e année, 1909.) Paris; 1 fasc. in-8°.

(Renvoi de ces cinq Opuscules à la Commission nommée pour examiner cette question.)

Annales scientifiques de l'École normale supérieure; 3e série, t. XXX, année 1913, n° 1, janvier. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société d'Émulation du département des Vosges; 88e année, 1912. Épinal, Ch. Hugenin; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 mars 1913.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport sur les inconvénients que pourrait causer aux appareils des Postes et Télégraphes le voisinage de certains paratonnerres spéciaux dits « niagaras »*, par M. Jules Violle. (Extr. des *Comptes rendus*, séance du 17 février 1913.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. BAILLAUD, Directeur de l'Observatoire : *Observations*, 1906. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. B. Baillaud.)

Observatoire royal de Belgique. Service astronomique. *Description des installations du Service de l'Heure*, par H. PHILIPPOT et E. DELPORTE. Bruxelles, Hayez, 1912; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Muséum d'Histoire naturelle de Genève. *Catalogue illustré de la Collection Lamarck*; 2e livraison (18 planches). Genève, Georg et Cie, 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Skrifter of Carl von Linné, utgifna af Kungl. svenska Vetenskapsakademien. V. *Iter Lapponicum*, andra upplagan med bilagor och Noter ombesörjd af TH. M. FRIES. Upsal, Almqvist et Wiksell, 1913; 1 vol. in-8°.

La radiographie des objets microscopiques et la microradiographie, par PIERRE GOBY (à Grasse); 5 pl. photos. (Présenté par M. Bouvier.)

Notice sommaire sur les travaux scientifiques du Dr A. CHANTEMESSE. Paris, Octave Doin et fils, 1911; 1 fasc. in-4°.

Notice sommaire sur les travaux scientifiques de M. A. DE GRAMONT. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. AUGUSTE ROSENSTIEHL. Paris, Gauthier-Villars, 1913; 1 fasc. in-4°.

La fixation des Unités par voie législative, par R. DE BAILLEHACHE. (Extr. de la *Revue générale des Sciences*; numéro du 15 janvier 1913.) Paris, Armand Colin; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Flora of the Upper Gangetic Plain and of the adjacent Siwalik and Sub-Himalayan tracts, by J.-F. DUTHIE; t. II : *Plumbaginaceæ to Plantaginaceæ*. Calcutta, 1911; 1 vol. in-12.

Paleo-Antropologia Argentina. Nuevas investigaciones sobre el Atlas de monte Hermoso, por TEODORO DE URQUIZA. La Plata, 1912; 1 vol. in-8°.

Observatoire royal de Belgique, à Uccle. *Carte photographique du ciel*. Planches :

Planches.	Zones.	Numéros.	Planches.	Zones.	Numéros.
21.........	33°	160	31.........	33°	34
22.........	33°	2	32.........	33°	52
23.........	35°	1	33.........	35°	47
24.........	35°	12	34.........	33°	46
25.........	33°	13	35.........	33°	56
26.........	33°	150	36.........	35°	46
27.........	33°	7	37.........	35°	55
28.........	33°	5	38.........	33°	61
29.........	33°	25	39.........	33°	70
30.........	33°	37	40.........	33°	65

Observaciones sobre el metodo crioscópico y relaciones entre los cuerpos simples, por CARLOS E. HEREDIA. Buenos-Ayres, s. d.; 1 vol. in-8°.

Cours de Mécanique rationnelle. Tome II : *Dynamique du point*, par S. Petrovitch. Saint-Pétersbourg, 1912; 1 vol. in-8°.

Sur la rotation des forces autour de leurs points d'application et l'équilibre astatique, par Fernando de Vasconcellos. Coïmbre, 1912; 1 fasc. in-8°.

La migraine, par Edward Flatau. (Publication de la Société scientifique de Varsovie. III. Classe des Sciences mathématiques et naturelles.) Varsovie, E. Wende, 1912; 1 vol. in-8°.

Annexe au *Bulletin de l'Institut technologique de l'Empereur Nicolas II*, de Tomsk : *Pays de frontières*, par V.-A. Obroutchef. Tome I : *Observations de voyage;* 1re partie. Tomsk, 1912; 1 vol. in-8°. (En langue russe.)

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo; t. XXXV, fasc. 1, gennajo-febbrajo, 1913. Palerme; 1 vol. in-8°.

Institut international d'Agriculture. *Bulletin mensuel des renseignements agricoles et des maladies des plantes;* année IV, nos 1 et 2, janvier-février 1913. Rome; 2 fasc. in-8°.

L'Ospedale Maggiore, Revista mensile illustrata; serie II, anno I, n° 1, gennaio 1913. Milan; 1 fasc. in-4°.

Revista da Universidade de Coïmbra; t. I, n° 4. Coïmbre, 1912; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the department of Agriculture in India. Bacteriological series, t. I, n° 1 : *Studies in bacteriological analysis of Indian soils*, 1910-1911, by C. M. Hutchinson. Colcuta, 1912; 1 fasc. in-8°.

The physical Review, a journal of experimental and theorical Physics, conducted by the American Physical Society; second series, t. I, numb. 1, january 1913. Lancaster, Pa.; 1 fasc. in-8°.